GUÍA CUADERNO DE TRABAJO DE
QUÍMICA IV ÁREA I
BACHILLERATO



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
2019



Universidad Nacional Autónoma de México

Dirección General de la Escuela Nacional Preparatoria

Colegio de Química

Jefatura de Producción Editorial de la Escuela Nacional Preparatoria

ESCUELA NACIONAL PREPARATORIA

COLEGIO DE QUÍMICA

ÁREA I CIENCIAS FÍSICO-MATEMÁTICAS Y DE LAS INGENIERÍAS

Grado: 6º Clave: 1612 Plan: 1996

QUÍMICA IV ÁREA I

Guía cuaderno de trabajo académico

PROGRAMA ACTUALIZADO

APROBADO POR EL H. CONSEJO TÉCNICO EL 13 DE ABRIL DE 2018

Coordinación y revisión:
Olivia Rodríguez Zavala

Autores:
Juana Silvia Espinosa Bueno
María Teresa Herrera Islas
María Patricia Huerta Ruíz
Salvador Montero López
César Samuel Padilla Trejo
Patricia Peláez Cuate
Alan Javier Pérez Vázquez
Olivia Rodríguez Zavala
Celia Sánchez Mendoza

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

ESCUELA NACIONAL PREPARATORIA
DIRECCIÓN GENERAL: BIÓL. MARÍA DOLORES VALLE MARTÍNEZ
SECRETARÍA ACADÉMICA: DRA. VIRGINIA HERNÁNDEZ RICÁRDEZ
JEFA DEL DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN EDITORIAL: LIC. MARÍA ELENA JURADO ALONSO

Imagen de portada: Paola Esquivel Ramírez
Diseño de portada: Edgar Franco Rodríguez
Cuidado de Edición: Jonathan Iván Jiménez Castellanos

Primera edición: febrero, 2019.

Escuela Nacional Preparatoria
Dirección General
Adolfo Prieto 722, Col. del Valle.
C.P. 03100, Ciudad de México.
Impreso en México

PRESENTACIÓN

La Escuela Nacional Preparatoria, institución educativa con más de 150 años de experiencia formando jóvenes en el nivel medio superior, culmina en este ciclo escolar 2018-2019, la colección de **Guías de Estudio** correspondientes a los programas actualizados de nuestro Plan de Estudios vigente.

Después de varios años de trabajo, reflexión y discusión, se lograron dar dos grandes pasos: la actualización e implementación de los programas de estudios de bachillerato y la publicación de la nueva colección de **Guías de Estudio**.

Ciertamente, nuestra Escuela Nacional Preparatoria es una institución que no se detiene, que avanza con paso firme y constante hacia su excelencia académica, así como preocupada y ocupada por la formación integral, crítica y con valores de nuestros estudiantes, lo que siempre ha caracterizado a nuestra Universidad Nacional.

Aún nos falta más por hacer, por mejorarnos cada día, para que tanto nuestros jóvenes estudiantes como nuestros profesores seamos capaces de responder a esta sociedad en constante cambio y a la Universidad Nacional Autónoma de México, la Universidad de la Nación.

“POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU”
BIÓL. MARÍA DOLORES VALLE MARTÍNEZ
DIRECTORA GENERAL
ESCUELA NACIONAL PREPARATORIA

ÍNDICE

ÍNDICE **PÁG.**

	5
Presentación	10
Introducción	
UNIDAD I. LITIO: UNA FUENTE DE ENERGÍA ALTERNATIVA	
Objetivos	13
Introducción	13
1.1 El litio, desde los salares hasta los aparatos tecnológicos	14
a) Conflictos geopolíticos, económicos y sociales derivados de la extracción y comercialización	14
b) Distribución de los yacimientos de litio en el mundo	21
c) Propiedades físicas y químicas del litio que lo hacen un elemento químico especial	26
1.2 Celdas electroquímicas: fuente de energía eléctrica	27
a) Reacciones de oxidación-reducción: determinación del estado de oxidación, balanceo redox, agente oxidante y reductor. Estequiometría masa-masa, mol-mol	27
b) Predicción de proceso redox: potencial estándar de reducción y fuerza electromotriz	42
c) Celdas galvánicas y electrolíticas: sus aplicaciones	47
d) Ventajas y desventajas del uso de las baterías de litio	53
1.3 Nuevos materiales en la construcción de las baterías	56
a) Nanomateriales de carbono: aplicación como ánodos en baterías de ion-litio	56
b) Funcionamiento y usos de pilas y baterías	63
1.4 Pilas y baterías, un problema global	63
a) Pilas y baterías. Unidades de almacenamiento de energía y su consumo desmedido	64
b) Toxicidad de los metales presentes en pilas y baterías	66
c) Disposición y reciclaje de pilas y baterías: alternativa para disminuir el deterioro ambiental. Normatividad mexicana	69
Autoevaluación	73
Referencias	76

UNIDAD II. LA NANOTECNOLOGÍA EN LOS VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

Objetivos 79

Introducción 79

2.1 Autos eléctricos, nuevo estilo de vida ¿Solución viable? 80

a) Importancia de los autos eléctricos para el desarrollo sostenible 80

b) Tipos de vehículos eléctricos: de Bateria (BEVs), Híbridos (HEV), Autonomía extendida (E-REV). Características, ventajas y desventajas 83

c) Costo-beneficio de los automóviles eléctricos vs los de combustión 86

2.2 Nanociencia y nanotecnología: ciencia 90

a) Nanomateriales en el transporte sostenible 90

b) Origen de la nanotecnología. Antecedentes históricos 94

c) Dimensiones en la nanotecnología. Tablas comparativas de los diámetros de las nanopartículas 96

d) Electrones en el plano nanoscópico 98

2.3 Comprendiendo la naturaleza de la nanotecnología 100

a) Modelo atómico derivado de la ecuación de onda de Schrödinger 100

b) Orbitales atómicos y modelos de hibridación, base de la estructura de los natubos de carbono y los fullerenos C_{60} (sp^3, sp^2, sp) 101

c) Configuraciones electrónicas, hibridación y geometría moléculas de compuestos del carbono involucrados en los nanomateriales 104

d) Modelo de enlace (iónico, covalente y metálico), estructura y reactividad de sólidos 116

2.4 Beneficios y riesgos de la nanotecnología en México 118

a) El desarrollo de la nanociencia y nanotecnología en México 119

b) Ética científica: Implicaciones positivas y engativas 120

Autoevaluación 125

Referencias 127

UNIDAD III. EL IMPACTO AMBIENTAL DE LOS POLÍMEROS: EL RECICLADO Y SURGIMIENTO DE LOS BIOPLÁSTICOS

Objetivos 130
Introducción 130
3.1 Los plásticos: un problema de mar y tierra 134
a) El séptimo continente (islas de basura en el mar). Impacto ambiental, social y económico 134
b) Producción y consumo de plásticos a nivel mundial 138
c) Reducción del uso de los plásticos y su proceso de reciclaje en México (códigos de identificación, reciclaje primario o re-extrusión, reciclaje secundaria o mecánico, reciclaje terciario o químico, reciclaje cuaternario o valorización energética) 140
3.2 La revolución de los plásticos. Polímeros derivados del petróleo 144
a) El petróleo, materia prima de los polímeros (destilación fraccionada y cracking) 144
b) El carbono, base de los monómeros, enlace covalente (polímero, monómero, estructura de los polímeros, clasificación de los polímeros, usos y sus propiedades químicas) 147
c) Grupos funcionales presentes en los monómeros (estructura y nomenclatura IUPAC): alquenos, halogenuros de alquilo, alcoholes, fenoles, aldehídos, ácidos carboxílicos, ésteres, amidas y nitrilos 151
d) Reacciones de polimerización por adición y condensación, ejemplos 178
3.3 Innovación en materiales: Biopolímeros 182
a) Biopolímeros renovables: una aplicación de los polímeros naturales (almidón y celulosa) 183
b) Polímeros biodegradables sintéticos: estructura y propiedades físicas. Aplicaciones del ácido poliláctico (PLA) y poli ácido glicólico (PGA). 188
c) Aspectos ambientales de los polímeros biodegradables sintéticos y de los biopolímeros: tiempo de degradación, viabilidad para su comercialización y toxicidad 193
Autoevaluación 198
Referencias 201
GLOSARIO 204
EXAMEN TIPO 209
RESPUESTAS A LA AUTOEVALUACIÓN 212

INTRODUCCIÓN

Apreciable estudiante de la Escuela Nacional Preparatoria, el propósito de esta **Guía cuaderno de trabajo académico** es brindarte un apoyo para el proceso de construcción de conocimientos significativos de esta materia a través de desarrollar, estudiar, comprender y aplicar los temas considerados en la actualización del Programa de Estudio de la asignatura de Química IV área 2, perteneciente al núcleo propedéutico de la etapa de orientación del bachillerato de la ENP.

La intención de este material es proporcionarte una herramienta del y para el aprendizaje que responda a tus necesidades básicas como estudiante, por lo anterior puede ser empleada como:

1. Un cuaderno de trabajo, ya que promueve el desarrollo de los diferentes estilos de aprendizaje a través de presentar diversas actividades didácticas, las cuales al resolverlas, con el acompañamiento del profesor, se fomentan los conocimientos, las habilidades y las actitudes encaminadas a tu formación integral.

2. Una herramienta de apoyo para trabajar en las sesiones del Programa Institucional de Asesorías Permanentes, cuyo objetivo es resolver tus dudas de forma personalizada como un apoyo para tu proceso de construcción de conocimientos significativos.

3. Un manual autodidáctico, ya que está diseñado para fortalecer la autonomía de tu propio aprendizaje debido a que las actividades descritas en esta obra promueven diversas habilidades tales como: el investigar información en fuentes confiables, la construcción de organizadores gráficos, la indagación de textos en español u otros idiomas para profundizar un tema, la abstracción de información a partir de videos o simuladores, la redacción de conclusiones, entre otros. En otras palabras, esta guía considera los cinco ejes transversales propuestos por la ENP.

4. Una guía, ya que permite la preparación de un examen extraordinario, debido a que se cubren los conocimientos incluidos en el programa de estudios.

Para lograr lo antes descrito, la presente obra está estructurada en tres unidades, las cuales van en concordancia con el Programa de Química IV área I aprobado en 2018, dichas temáticas son: 1) Litio: una fuente de energía alternativa, 2) La nanotecnología en los vehículos eléctricos, 3) El impacto ambiental de los polímeros: el reciclado y surgimiento de los bioplásticos.

Es importante resaltar que al final de cada unidad, encontrarás ejercicios de autoevaluación, su fin es regular tu proceso de aprendizaje donde resaltes tus aciertos y tus áreas de oportunidad, las cuales podrás trabajar con ayuda de esta guía, con apoyo de tu profesor o en asesorías permanentes.

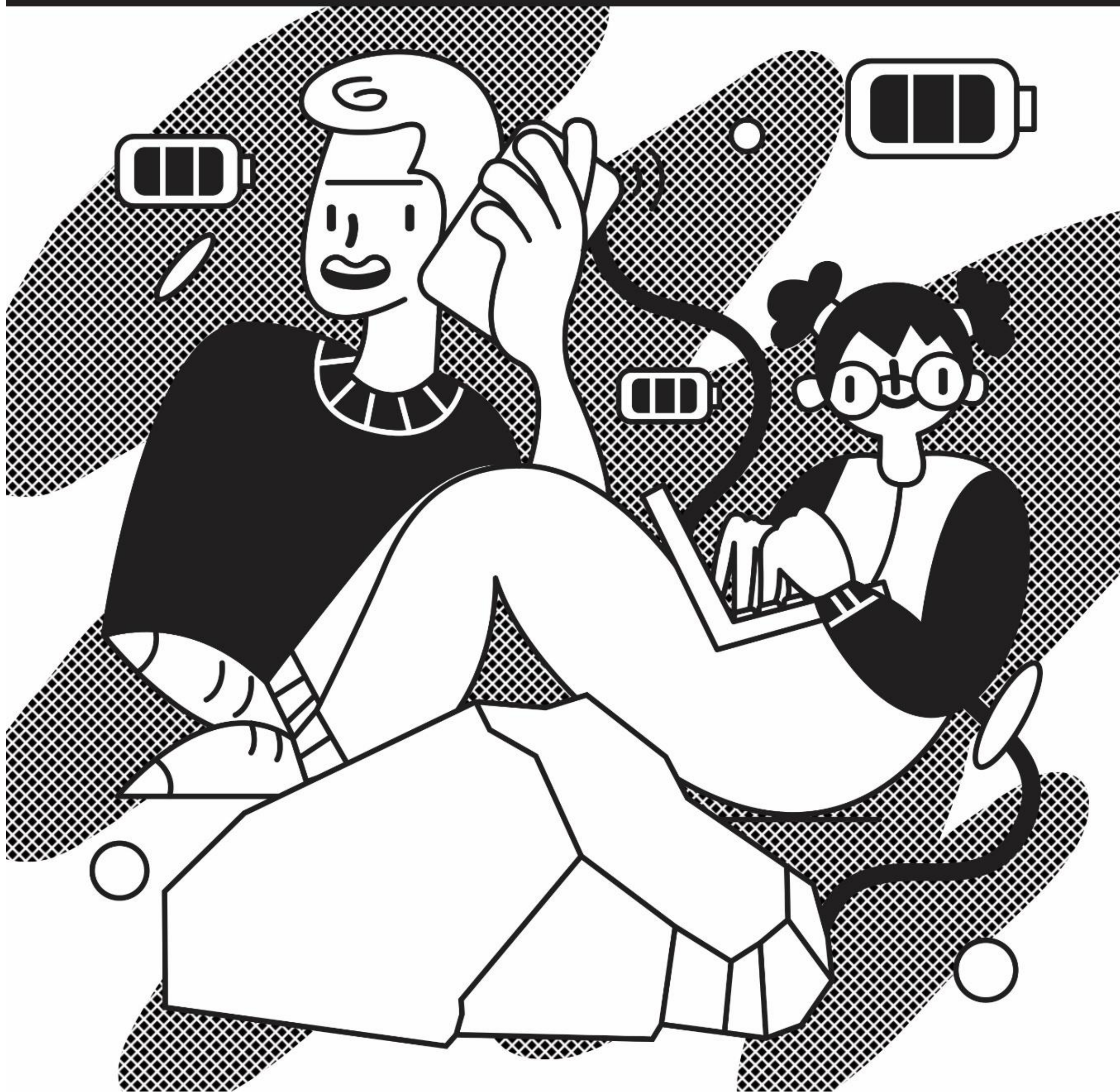
Con esto en mente, estamos convencidos que a lo largo del uso de esta obra lograrás el objetivo principal de esta asignatura, que es el desarrollar la comprensión y manejo de los tres niveles de representación de la materia: el macroscópico, el nanoscópico y el simbólico. Asimismo, el adquirir el lenguaje químico que te permita comprender procesos involucrados en los desarrollos tecnológicos así como el cuidado del ambiente. Bajo este enfoque te permitirá adquirir las herramientas necesarias para incorporarte con éxito a los estudios superiores y enfrentarte a los retos del mundo.

Finalmente, la obra está estructurada en diferentes secciones de acuerdo con las actividades propuestas y que podrás distinguir con los íconos siguientes:

	Lectura. Incluye actividades que te invitan a la lectura y compresión de un texto, del cual deberás extraer las ideas principales.
	Ejercicios prácticos. En esta sección se presentan una serie de ejercicios de lápiz y papel, con la finalidad de que puedas reafirmar lo aprendido.
	Investigación y resolución de casos. Durante el desarrollo de las unidades, encontrarás actividades que te invitarán a realizar una investigación o la resolución de algún caso en especial.
	Organizadores gráficos. En este apartado se te solicitarán actividades como pueden ser la elaboración de un mapa conceptual, mapa mental o diagrama de flujo.
	Trabajo práctico. Actividades individuales o grupales, presenciales o virtuales en las que el alumno debe resolver, aplicar, diagnosticar, demostrar, justificar, diseñar, planificar, entre otros. Para hacerlo necesita conocimientos teóricos relacionados con la actividad planteada.
	Autoevaluación. Al final de cada unidad encontrarás una sección de preguntas tipo examen, que te apoyarán a evaluar tu comprensión de los temas revisados.

UNIDAD 1

Litio una fuente de energía alternativa



UNIDAD I
LITIO: UNA FUENTE DE ENERGÍA ALTERNATIVA

Objetivos

En esta Unidad:

- **Analizarás el papel de las baterías de litio como unidades de almacenamiento de grandes cantidades de energía eléctrica, a través de la búsqueda, selección y procesamiento de la información, con el fin de que valores las implicaciones de la explotación de este recurso en diversos ámbitos: químico, económico, social y ambiental, y con ello asumas una postura crítica hacia la sostenibilidad del planeta.**

- **Aplicarás los fundamentos de la electroquímica mediante la explicación del funcionamiento de las pilas y baterías de litio y los usos de nuevos materiales para relacionarlos con sus aplicaciones en la vida diaria.**

- **Valorarás el impacto de las pilas y baterías como desechos sobre el ambiente a través de la revisión de información impresa y digital con el fin de proponer medidas encaminadas a la reducción y reciclaje de estos materiales.**

Introducción

Debido a la toxicidad que presentan algunos materiales empleados en la fabricación de pilas y baterías y a la gran demanda de ellas, como una alternativa, se han introducido desde hace varios años materiales amables con el ambiente, uno de estos es el litio que se usa en la construcción de pilas recargables empleadas en dispositivos como celulares inteligentes, laptop, entre otros. Las investigaciones continúan para mejorar estas baterías y emplearlas también en los vehículos eléctricos, además se está implementando el uso de nanomateriales como los nanotubos de carbono para optimizar las propiedades del litio, esto ha implicado una gran demanda de este elemento químico que se hará más intensa en el futuro lo que ha generado algunos problemas geopolíticos, sociales y ambientales en diferentes países. El uso excesivo de las pilas y el contenido de materiales tóxicos en ellas, implica, tomar medidas en cuanto a su consumo, desecho y reciclaje, para contribuir a la conservación del planeta y de sus habitantes.

1.1 El litio, desde los salares hasta los aparatos tecnológicos

a) Conflictos geopolíticos, económicos y sociales derivados de la extracción y comercialización

Un salar es un lago superficial en cuyos sedimentos se encuentran sales en grandes concentraciones que se precipitan durante la evaporación por la acción solar.

El litio puede extraerse de estas salmueras o de un mineral conocido como espodumeno, mediante procesos de extracción apropiados y así ser empleado en la fabricación de baterías de litio usadas en diferentes dispositivos tecnológicos. En las salmueras el litio se encuentra en forma iónica (Li^{+}).


Actividad 1.1 Y el salar, ¿sala?

Considerando la información anterior, contesta las preguntas siguientes. Puedes recurrir también a otras fuentes de información confiables.

1. ¿Cómo se forma un salar?

____

____

2. ¿Qué es una salmuera?

____

____

3. ¿En qué consiste la evaporación?

____

____

____

4. ¿Qué quiere decir el texto cuando menciona que las sales “se precipitan”?

____

____

____

5. ¿Qué es un ion?

____

____

6. ¿Por qué la sal de litio se encuentra en forma iónica en la salmuera?

____

____

7. ¿Qué es un mineral?

____

____

8. ¿Qué sales se pueden obtener de un salar?

____

____



Actividad 1.2 Algunos salares del mundo

1. Revisa y analiza el video:

   Los 10 salares más grandes del mundo en la siguiente URL:
   https://www.youtube.com/watch?v=Uxq4rBqVc8I

2. Una vez que hayas visto el video, relaciona ambas columnas de la tabla, de acuerdo con su información.

Salares		Características
a) Etosha, Namibia	( )	Se ubica en la provincia de Catamarca, cuenta con cloruros de sodio, litio, potasio y boro, tiene una extensión de 650 km^2. El litio extraído se utiliza principalmente en la industria automotriz.
b) Arizaro, Argentina	( )	Es el salar más grande del mundo con una extensión de más de 10000 km^2, es abastecido por los ríos Ketana y Grande, produce más de 20000 ton al año de sales de litio, sodio y boro.
c) Del hombre muerto, Argentina	( )	Es el mayor depósito salino de su país, se formó por una depresión en la cual recibe agua del río San Pedro, tiene una superficie de 330 km^2, constituye el 25% de las reservas mundiales de litio, sodio y boro.

Salares		Características
d) Bonneville salt flats, E.E.U.U.	( )	Tiene una extensión de más de 6000 km^2, su producción principal es de sal yodatada la cual emplea básicamente para su población.
e) Uyuni, Bolivia	( )	Es de los salares más grandes del mundo con una extensión de 2000 km^2, sus sales son de origen volcánico, se caracteriza por una formación cónica de unos 200 m de altura sobre el nivel del salar, es rico en cloruros, sulfatos, litio, magnesio, boro y además hierro y cobre.
f) Atacama, Chile	( )	Tiene una extensión de 412 km^2, sin embargo, es de los más importantes en cuanto a extracción de sal en el mundo.

Continuando con la información del video, también contesta las preguntas siguientes:

3. ¿Qué es lo que se conoce como el triángulo del litio?

____

____

4. ¿Qué zonas geográficas comprende el triángulo de litio?

____

____

5. ¿Cuál es la importancia de esta zona?

____

____

6. ¿Por qué se considera al triángulo de litio un área estratégica desde el punto de vista político y económico?

____

____

____

**Actividad 1.3** Conociendo al litio

1. Realiza la siguiente lectura, subraya las palabras que desconozcas.

Litio

El litio es un elemento que presenta relativa abundancia en la corteza terrestre. Se puede encontrar en las rocas minerales o bien, disuelto en aguas marinas o continentales.

Su símbolo es Li, este elemento junto con el sodio, potasio, rubidio y cesio pertenece al grupo uno de la tabla periódica, conocido como la familia de los metales alcalinos. El litio no se encuentra como un metal libre en la naturaleza debido a su alta reactividad.

Su nombre procede el griego “lithos” que significa “piedra”, fue descubierto en 1817 en los minerales espodumeno ($LiAlSi_2O_6$) y la lepiodita ($K(Li,Al)_3(F,OH)_2(Si,Al)_4O_{10}$) por el sueco Johan Arfwedson (1792-1841). El elemento se encuentra en dos formas diferentes, en rocas pegmatíticas y en salmueras naturales.

Las salmueras naturales son depósitos con mayor concentración de litio en las que se encuentra disuelto como ion, acompañado de potasio, magnesio y boro, también en estado iónico. Sus mayores depósitos proceden de aguas geotermales o en la lixiviación de cenizas volcánicas, arcillas o de otras rocas ricas en este elemento. Cuando las aguas geotermales llegan a la superficie de las cuencas cerradas e impermeables (salares) por acción climática en ambientes áridos y calurosos, se concentran por evaporación.

Un salar se forma por diferentes factores: tectónica de placas, volcanismo, hidrotermalismo, endorreísmo y climatológico. Los elementos como el litio se incorporan por la inyección de fluidos gaseosos o líquidos de origen magmático o por el lixiviado subterráneo de aguas meteóricas.

Durante el siglo XX se utilizaba principalmente como carbonato de litio (Li_2CO_3) para el tratamiento de enfermedades psiquiátricas. En la actualidad, se consume aproximadamente el 50% como hidróxido de litio (LiOH), uno de los principales componentes de las baterías recargables.

Procesos de extracción del litio

La extracción del litio se efectúa de forma diferente si se extrae de salmueras o de otros depósitos minerales.

Extracción de salmueras

Se lleva a cabo mediante un bombeo por debajo de la corteza salina (de 30 a 40 metros de profundidad, dependiendo de su ubicación), este se deposita en piletas de baja profundidad y enormes dimensiones, en las que se van cristalizando diferentes sales por la evaporación causada por el Sol, durante esta parte del proceso intervienen además otras condiciones como los vientos, la velocidad de evaporación, entre otros. El concentrado obtenido, rico en cloruro de litio (LiCl) se envía a un proceso de purificación en el que se añade carbonato de sodio (Na_2CO_3) para producir carbonato de litio (Li_2CO_3).

Extracción a partir del espodumeno

Este proceso se emplea en Estados Unidos, Australia y Canadá, donde se explotan los minerales de litio mediante minería a rajo o tajo abierto. El contenido promedio de Li_2O es de 1.5%.

Los minerales se someten a un proceso de concentración, que incluye chancado, molienda y flotación. Obteniéndose un concentrado de litio con una ley de 6.0 a 6.5% de Li_2O. Por calcinación se transforma el concentrado de espodumeno natural o forma alfa a la forma beta que es más reactiva.

En esta etapa se realiza un tratamiento en caliente con ácido sulfúrico (tostación ácida), enseguida, esta mezcla formada por el sulfato de litio (Li_2SO_4), el mineral residual y el exceso de ácido se envía a un estanque de lixiviación para la obtención de disoluciones de sulfato de litio.

Las disoluciones obtenidas se neutralizan, haciéndolas reaccionar con hidróxido de calcio ($Ca(OH)_2$) consecutivamente, se purifican y se concentran en evaporadores de triple efecto. Finalmente se tratan con carbonato de sodio (Na_2CO_3) para la obtención final de carbonato de litio (Li_2CO_3), se filtran las impurezas hasta obtener el Li_2CO_3 en grado técnico (99% de pureza).

Adaptado por Sánchez (2019) de: Extracción del litio desde el mineral (S/F). De la Hoz, M., Martínez, V., Vedia, J. (2013)

2. Utilizando la información de la lectura anterior, realiza un glosario de los términos que desconozcas. Recuerda que debes consultar fuentes confiables.

Glosario

____

____

____

____

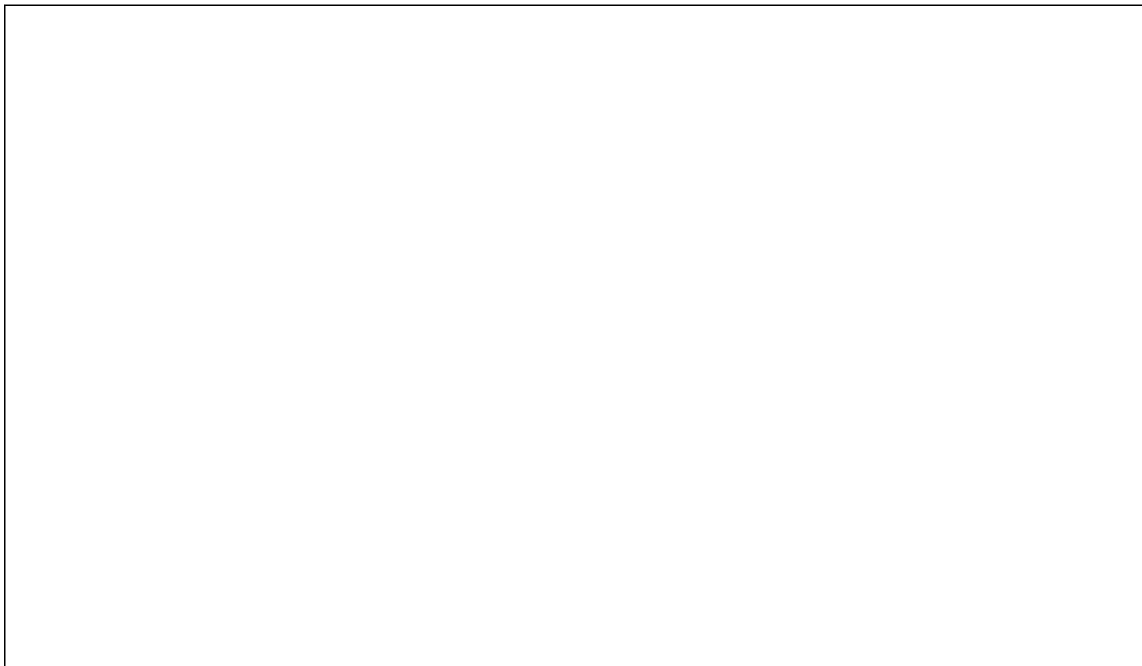
____

a) En los recuadros siguientes elabora un diagrama de flujo para los procesos de extracción de litio cuando se realiza a partir de una salmuera y cuando se hace a partir de un mineral.

Extracción de litio a partir de una salmuera



Extracción de litio a partir del mineral espodumeno, a tajo abierto.





Actividad 1.4 Problemas generados por la explotación del litio

1. Analiza y reflexiona sobre el video “Extracción del litio”, en la siguiente URL: https://www.youtube.com/watch?v=Y0BpLxqhT-w

2. Después de ver y escuchar lo que se expone en el video, escribe tus reflexiones sobre los efectos políticos, económicos, ecológicos y sociales que consideres se pueden generar por la explotación indiscriminada de litio en el mundo, y plantea tus conclusiones al respecto.
   También puedes revisar los siguientes videos para apoyarte al escribir tus conclusiones.

   Litio en Bolivia ¿Una nueva oportunidad perdida?, en la siguiente URL: https://www.youtube.com/watch?v=in_CUi_cf_Y

   Científicos Industria Argentina - Litio en Argentina en la siguiente URL: https://www.youtube.com/watch?v=Uxz7o3p2aPw

Reflexiones

Puedes iniciar tu reflexión considerando: ¿Qué problemas genera a los recursos hídricos de la zona, ¿cómo afecta a la fauna y a la flora del lugar?, ¿cuáles son los problemas geopolíticos que existen en la zona conocida como el triángulo del litio?

b) Distribución de los yacimientos de litio en el mundo

Se ha estimado que el contenido de litio de la corteza terrestre es de 65 partes por millón. Ocupa el lugar 27 en abundancia. Hay alrededor de 145 minerales que contienen litio, pero solamente algunos son de importancia comercial, el espodumeno tiene contenidos del 1 al 5% de litio en forma de óxido (Li_2O). También se encuentra disuelto en el agua de mar con un contenido aproximado de 0.17 ppm, siendo una de sus fuentes principales las salmueras.

En el núcleo del Salar de Atacama, se encuentran las salmueras que contienen las más altas concentraciones de litio y potasio que se conocen, así como considerables concentraciones de sulfato y boro.

Los principales países productores de litio son, Australia, Chile, Argentina, China, Zimbabwe, Portugal y Brasil. En el año 2015 Australia produjo 13,400 toneladas métricas de litio, esta es la reserva de litio más grande del mundo, y ha estado en operación por más de 25 años. Además de litio, Australia exporta espodumeno para las empresas chinas. En el mismo año, Chile fue el segundo productor con 12,900 toneladas.

Se considera que Chile y Bolivia son de los países con las reservas de litio más grandes del mundo, mientras que China es el mayor consumidor, pero al igual que Bolivia no tienen una gran industria extractora.

En las figuras 1.1, 1.2 y 1.3 se presentan algunos datos del litio a nivel mundial.

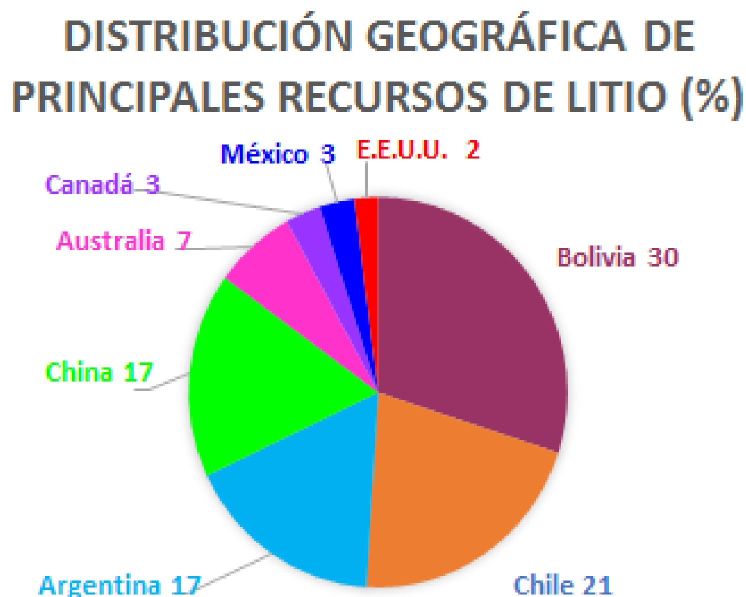


Figura 1.1 Distribución geográfica (2016)
(Sánchez, 2019)

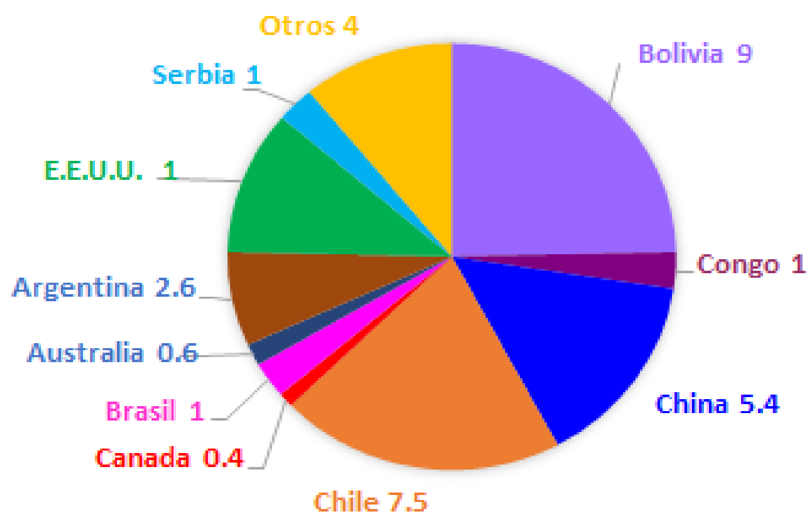
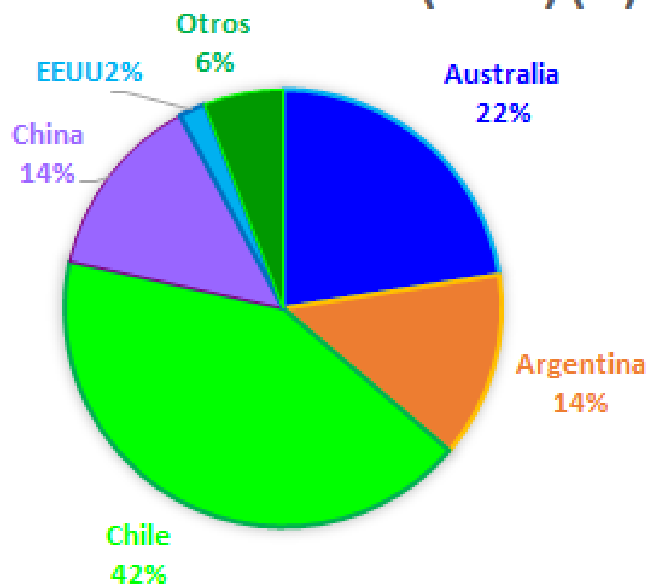
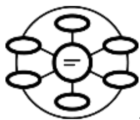


Figura 1.2 Principales reservas de litio (2016)
(Sánchez, 2019)



Gráfica 1.3 Principales países productores de litio (2010)
(Sánchez, 2019)



Actividad 1.5 Yacimientos de litio

1. Completa la tabla que se presenta a continuación, indica si la procedencia del litio es de salmuera o del mineral de espodumeno.

Nombre/Ubicación	Sales que proporciona	Tipo de yacimiento
Brasil		Espodumeno
Del hombre muerto, Argentina		
Coipasa, Bolivia/Chile		
China Central		
Atacama, Chile		Salar
Pilgangoora, Australia Occidental		
Ethosa, Namibia		
Uyuni, Bolivia		

2. Analiza el siguiente video

Reservas de litio en el mundo, en la siguiente URL:
https://www.youtube.com/watch?v=Y__xLlFxL8g

Después de analizar el video y considerando lo descrito en la introducción de “Distribución de los yacimientos de litio en el mundo”, contesta lo siguiente:

3. Explica la diferencia que existe entre:

Productor de litio, yacimientos de litio y reservas de litio en el mundo.

Explicación

____

4. Escribe el nombre del país que sea el mayor productor del mundo, así como aquel que tenga los yacimientos más grandes y aquel en el que se ubiquen las mayores reservas de litio en el mundo.

5. En el mapa que se presenta a continuación, colorea la ubicación de los yacimientos que se indican en la tabla del inciso (a), anota el nombre de la región y el nombre del yacimiento.

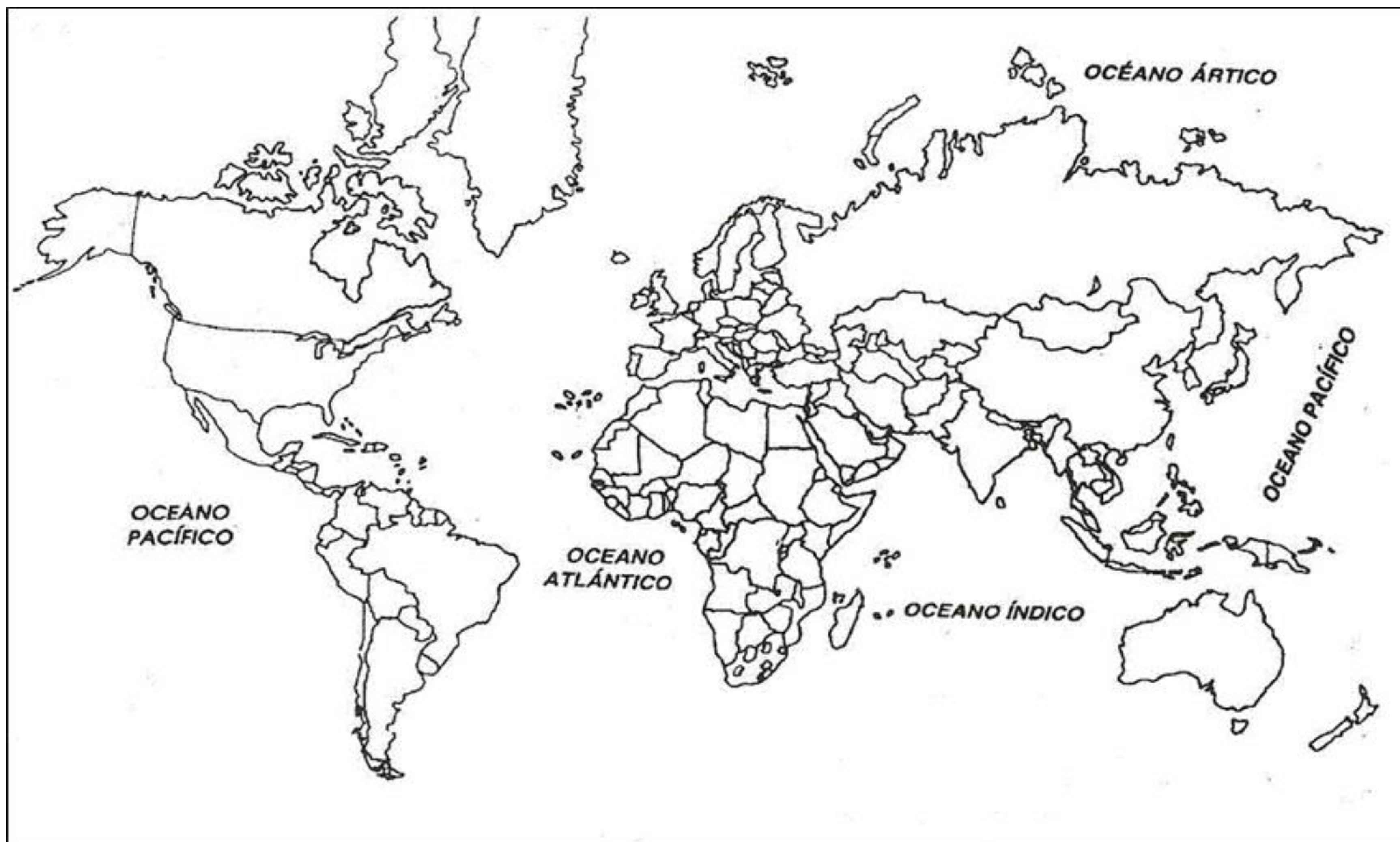


Figura 1.4 Mapa Mundial
https://homesecurity.press/quotes/mapa-mundial-sin-nombres.html

c) Propiedades físicas y químicas del litio que lo hacen un elemento químico especial

El litio es el más liviano de los metales de la tabla periódica, se comercializa principalmente como carbonato de litio (Li_2CO_3), cloruro de litio (LiCl) e hidróxido de litio (LiOH). Es un excelente conductor del calor y la electricidad, propiedades necesarias para el almacenamiento de energía, éstas son el motivo por lo que experimenta un vertiginoso aumento de su demanda en la actualidad.



Actividad 1.6 Aprendiendo sobre el litio

1. Completa la tabla siguiente con la información solicitada. Utiliza fuentes confiables.

Propiedades físicas	Propiedades químicas
Usos	

2. Considera las propiedades que tiene el litio y explica ¿por qué es un elemento ideal para la construcción de pilas recargables mundo.

1.2 Celdas electroquímicas: fuente de energía eléctrica

La energía eléctrica que permite el funcionamiento de diversos aparatos electrónicos que funcionan con pilas proviene de la transformación de la energía química que se produce en éstas, mediante un proceso oxidación-reducción.

Existen diferentes reacciones y tecnología que se emplea en los diversos tipos de pilas que existen actualmente.

a) Reacciones de oxidación-reducción: determinación del estado de oxidación, balanceo redox, agente oxidante y reductor. Estequiometría masa-masa y mol-mol.

Las reacciones que implican la transferencia de electrones entre las sustancias que participan, se les conoce como reacciones de óxido-reducción o como reacciones redox.

Los procesos de oxidación-reducción son muy comunes en la vida cotidiana, por ejemplo: el oscurecimiento de una manzana, la corrosión de metales, la combustión, entre otros.

Para afirmar que ha ocurrido una transferencia de electrones, se determina el estado de oxidación de los átomos que conforman las especies químicas que participan en la reacción química.

El estado de oxidación es un número que se ha adoptado por conveniencia y se define como la carga que tiene o parece tener un átomo en la fórmula que representa a una sustancia si los electrones fueran transferidos completamente.

Para determinar el estado de oxidación se aplican las siguientes reglas:

1. Todos los elementos en estado libre (no combinados), tienen número de oxidación igual a cero.

2. El estado de oxidación del hidrógeno (H) es 1+, excepto en los hidruros metálicos, donde es 1- (algunos ejemplos son: hidruro de sodio (NaH) e hidruro de calcio (CaH_2)).

3. El estado de oxidación del oxígeno (O) es 2-, excepto en los peróxidos donde es 1- (como en peróxido de hidrógeno (H_2O_2)).

4. El elemento metálico en un compuesto iónico tiene estado de oxidación positivo.

5. En los compuestos covalentes se asigna estado de oxidación negativo al átomo más electronegativo.

6. La suma algebraica de los estados de oxidación de los átomos en un compuesto es igual a cero.

7. La suma algebraica de los estados de oxidación de los átomos que forman un ion poliatómico es igual a la carga de éste.

Tabla 1.1 Ejemplos para asignar el estado de oxidación según las reglas

	Ejemplos para asignar el estado de oxidación según las reglas										
1	2	3	4	5	6				7		
					2+	6+	8-	= 0	5+	8-	= 3-
Cl_2^0	$Li^{1+}H^{1-}$	$H^{1+}Br^{1-}$	$Na_2^{1+}O_2^{1-}$	$C^{4+}O_2^{2-}$	$H_2^{1+}S^{6+}O_4^{2-}$				$(P^{5+}O_4^{2-})^{3-}$		



Actividad 1.7 Practicando las reglas

De acuerdo con las reglas mencionadas anteriormente, asigna los estados de oxidación de los átomos representados en las siguientes fórmulas químicas y completa la tabla.

Puedes auxiliarte de los siguientes videos:
Estados de oxidación o Números de oxidación
https://www.youtube.com/watch?v=jLElcElc-MU

Química. Cálculo del número de oxidación
https://www.youtube.com/watch?v=DGUCaiQPdy0

No.	Fórmula	Estado de oxidación asignado
1	Mg	
2	$KClO_3$	
3	NH_4^{1+}	
4	HI	
5	$BaCl_2$	

No.	Fórmula	Cálculo del estado de oxidación
6	HNO_3	
7	NaH	



Actividad 1.8 Demostrando lo aprendido

En las siguientes fórmulas químicas calcula el estado de oxidación del elemento marcado en negritas.

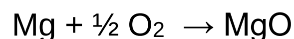
1. K**Mn**O_4 2. H**F** 3. **Ba**$(OH)_2$ 4. Fe_2**S**O_4 5. **S**

6. **P**$_2O_3$ 7. K**Cl**O_5 8. **Cu**OH 9. H_3**P**O_4 10. **N**H_3

Reacciones de oxidación-reducción

Las reacciones de oxidación y reducción han representado uno de los campos de estudio más importantes de la química, su conocimiento y aplicación han tenido gran impacto económico y tecnológico. Tienen importancia en la industria metalúrgica; en el recubrimiento de superficies (metalizado), en la obtención de elementos metálicos y no metálicos; además son claves en la generación de energía (pilas y baterías), así mismo, en el campo de la bioquímica se encuentran implicadas en un gran número de los procesos vitales de los seres vivos.

La siguiente imagen muestra a un trozo de cinta de magnesio al quemarse. El magnesio (Mg) es un metal de aspecto plateado que al quemarse en presencia de oxígeno (O_2) se transforma en óxido de magnesio (MgO), un sólido blanco. La ecuación química que representa este cambio químico es la siguiente:



$$Mg + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow MgO$$



Figura 1.5 Cinta de magnesio al quemarse (Espinosa, 2019)

Antes del cambio, el magnesio y el oxígeno presentan estado de oxidación cero.



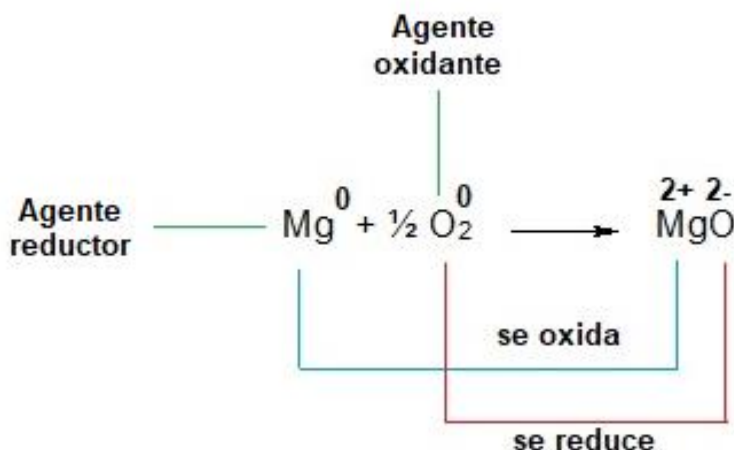
Al reaccionar el magnesio (Mg) con el oxígeno (O_2), éste favorece que el metal pierda dos electrones y forme óxido de magnesio (MgO), el magnesio cambia su estado de oxidación a 2+. Cuando un átomo pierde electrones, se le llama **oxidación** y en este caso se representa mediante la ecuación química de la semirreacción de oxidación:



Los electrones que perdió el magnesio son transferidos al oxígeno quien los gana y se transforma en O^{2-}. Cuando un átomo gana electrones, se le llama **reducción** y se representa mediante la ecuación química de la semiecuación (semirreacción) de reducción:



Al sumar las dos semiecuaciones se puede observar que al formarse el óxido de magnesio (MgO), el magnesio cambia su estado de oxidación a 2+ y el oxígeno a 2-. El magnesio se oxida y el oxígeno se reduce.



Las reacciones químicas en las que existe transferencia de electrones se les denominan reacciones de oxidación-reducción o redox, ya que para que exista una oxidación debe ocurrir una reducción, como se vio en el ejemplo anterior.

A la especie química que promueve que un átomo pierda electrones, es decir, que se oxide se le llama **agente oxidante**, en este caso es el oxígeno. Así mismo la especie química que favorece que un átomo gane electrones, es decir, que se reduzca se le llama **agente reductor**, en este caso es el magnesio.



Actividad 1.9 ¿En todas las reacciones químicas hay transferencia de electrones?

En las siguientes ecuaciones químicas, indica en cuál de ellas hay transferencia de electrones. Explica tu respuesta.

Ecuación química	Existe transferencia de electrones	Explicación
$Fe + Cl_2 \longrightarrow FeCl_3$		
$H_2SO_4 + KOH \longrightarrow K_2SO_4 + H_2O$		
$KClO_3 \longrightarrow KCl + O_2$		
$NaNO_2 + NaClO \longrightarrow NaCl + NaNO_3$		
$HCl + Al(OH)_3 \longrightarrow AlCl_3 + H_2O$		



Actividad 1.10 ¿Quién es quién? Agente oxidante y agente reductor

Analiza las siguientes ecuaciones químicas. Identifica al agente oxidante y al agente reductor.

Ecuación química	Agente oxidante	Agente reductor
$FeCl_3 + Zn \longrightarrow FeCl_2 + ZnCl_2$		
$Zn + HNO_3 \longrightarrow Zn(NO_3)_2 + N_2O + H_2O$		
$Zn + HCl \longrightarrow ZnCl_2 + H_2$		
$KI + KIO_3 + H_2SO_4 \longrightarrow I_2 + H_2O + K_2SO_4$		

Balanceo de ecuaciones químicas y las relaciones cuantitativas

Las relaciones cuantitativas que ocurren en un cambio químico son estudiadas por una rama de la química denominada estequiometría (*metría* que significa medida y *estequio* elemento).

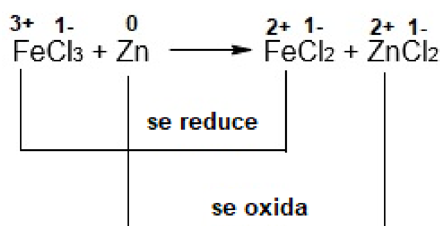
Para poder efectuar los cálculos estequiométricos relacionados con una reacción química, es necesario conocer la ecuación química balanceada, que la representa y que permite evidenciar la Ley de la conservación de la materia. Para ello existen diferentes métodos de balanceo como: inspección, oxidación-reducción o redox e ion electrón. A continuación, se revisará el método redox.

Balanceo por el método redox

1. Escribe la ecuación química a balancear. Verifica que las fórmulas químicas de reactivos y productos se encuentren correctamente escritas.

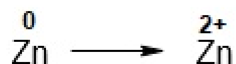
2. Determina los estados de oxidación de los átomos representados en cada fórmula química.

3. Determina quién se oxida y quién se reduce. Ejemplo:

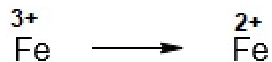


4. Escribe las semiecuaciones químicas de oxidación y de reducción

Semiecuación química de oxidación:

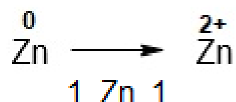


Semiecuación química de reducción:



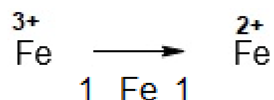
5. Revisa que, en la zona de reactivos y productos de cada semiecuación química, exista el mismo número de átomos de los elementos respectivos.

Semiecuación de oxidación:



Observa que en la zona de reactivos y en la de productos, existe un átomo de zinc respectivamente.

Semiecuación de reducción:



Observa que en la zona de reactivos y en la de productos, existe un átomo de hierro respectivamente.

6. Balancea la carga en cada una de las semiecuaciones, para ello se suman electrones; recuerda que cada uno aporta una carga negativa.
   Semiecuación de oxidación:

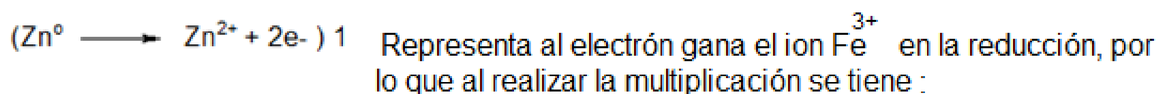


Semiecuación de reducción:



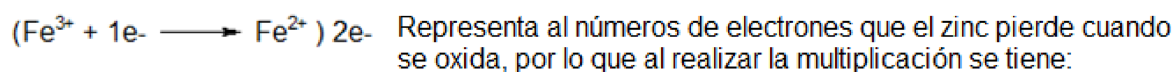
7. Determina el número de electrones transferidos en el proceso de oxidación-reducción, para ello el número de electrones de la semiecuación de oxidación, multiplica a la semiecuación de reducción y viceversa.

   Semiecuación de oxidación:





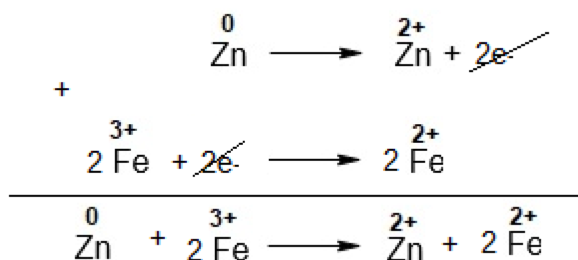
Semiecuación de reducción:



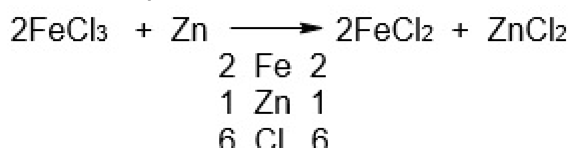


8. Verifica nuevamente que la carga y el número de átomos de cada elemento se encuentren balanceados.

9. Suma algebraicamente ambas semiecuaciones químicas y simplifica:



10. Regresa a la ecuación química inicial. Coloca los coeficientes estequiométricos que se obtuvieron en el proceso de balanceo donde corresponda y verifica nuevamente que la ecuación química esté balanceada.

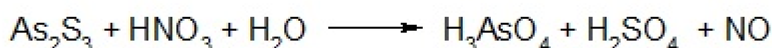


Nota: Balancea la ecuación química, comenzando por los elementos metálicos, no metálicos (diferentes al hidrógeno y al oxígeno), oxígeno e hidrógeno respectivamente.

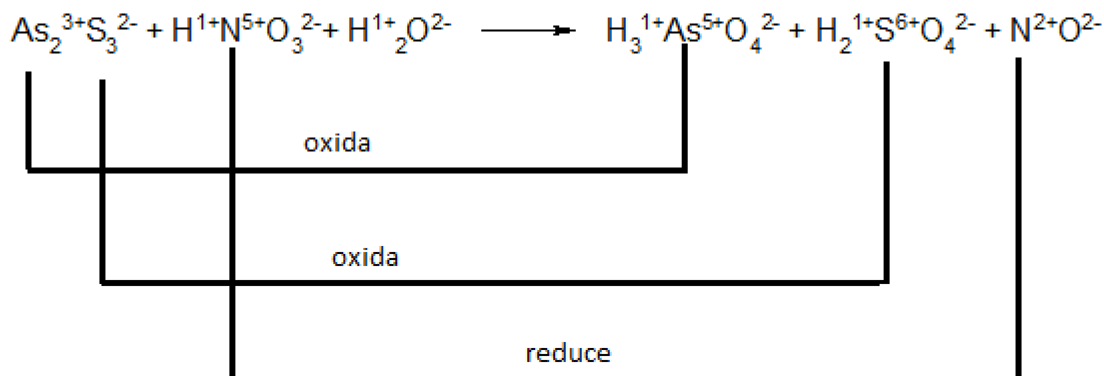
Es importante mencionar que no se deben modificar los subíndices de las fórmulas, por esta razón los números calculados se escriben como coeficientes a cada fórmula que representa a una sustancia determinada.

Existen ecuaciones químicas en las que dos especies químicas se oxidan y una se reduce o bien dos especies químicas se reducen y una se oxida.

A continuación, se explicará un ejemplo con base en la siguiente ecuación:



1. Determina los estados de oxidación de cada uno de los átomos representados en cada sustancia:

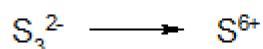


2. Escribe las semiecuaciones químicas de oxidación y de reducción.

Semiecuaciones químicas de oxidación:



$$As_2^{3+} \longrightarrow As^{5+}$$



$$S_3^{2-} \longrightarrow S^{6+}$$

Semiecuación química de reducción:



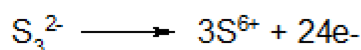
$$N^{5+} \longrightarrow N^{2+}$$

3. En cada una de las semiecuaciones químicas, balancea la masa y la carga:

Semiecuaciones químicas de oxidaccion:

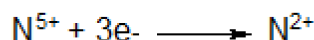


$$As_2^{3+} \longrightarrow 2As^{5+} + 4e-$$



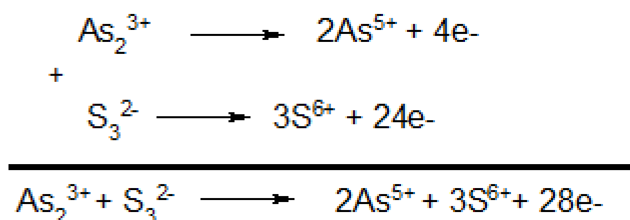
$$S_3^{2-} \longrightarrow 3S^{6+} + 24e-$$

Semiecuación química de reducción:



$$N^{5+} + 3e- \longrightarrow N^{2+}$$

4. Obtén la semiecuación química total de oxidación, para ello debes sumar ambas semiecuaciones químicas:



$$As_2^{3+} \longrightarrow 2As^{5+} + 4e-$$

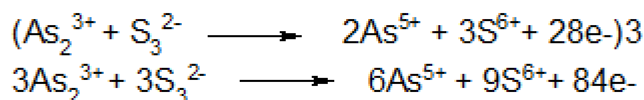
+

$$S_3^{2-} \longrightarrow 3S^{6+} + 24e-$$

$$As_2^{3+} + S_3^{2-} \longrightarrow 2As^{5+} + 3S^{6+} + 28e-$$

5. Determina el número de electrones transferidos en el proceso de oxidación-reducción, para ello el número de electrones de la semiecuación de oxidación, multiplica a la semiecuación de reducción y viceversa.

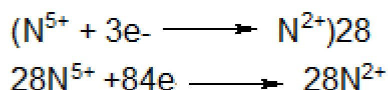
Semiecuación química de oxidación:



$$(As_2^{3+} + S_3^{2-} \longrightarrow 2As^{5+} + 3S^{6+} + 28e-)3$$

$$3As_2^{3+} + 3S_3^{2-} \longrightarrow 6As^{5+} + 9S^{6+} + 84e-$$

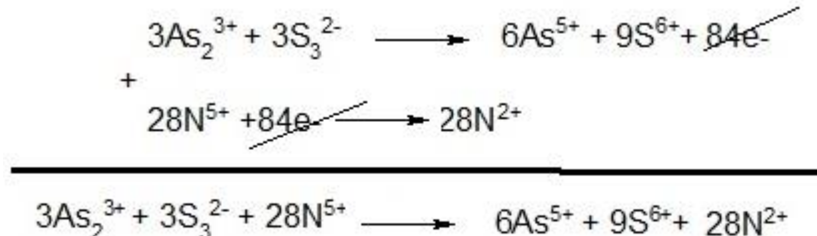
Semiecuación química de reducción:



$$(N^{5+} + 3e- \longrightarrow N^{2+})28$$

$$28N^{5+} + 84e \longrightarrow 28N^{2+}$$

6. Realiza la suma algebraica de la semiecuación química de oxidación y la semiecuación química de reducción:



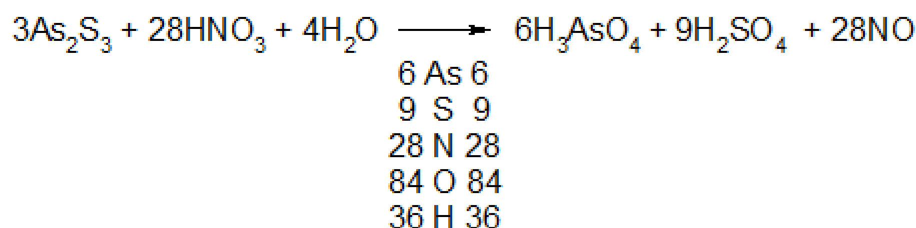
$$3As_2^{3+} + 3S_3^{2-} \longrightarrow 6As^{5+} + 9S^{6+} + \cancel{84e^-}$$

$$+$$

$$28N^{5+} + \cancel{84e^-} \longrightarrow 28N^{2+}$$

$$3As_2^{3+} + 3S_3^{2-} + 28N^{5+} \longrightarrow 6As^{5+} + 9S^{6+} + 28N^{2+}$$

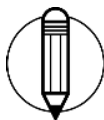
7. En la ecuación química inicial, coloca los coeficientes estequiométricos que se obtuvieron en el proceso de balanceo donde corresponda, y verifica nuevamente que la ecuación química esté balanceada.



$$3As_2S_3 + 28HNO_3 + 4H_2O \longrightarrow 6H_3AsO_4 + 9H_2SO_4 + 28NO$$

6 As 6
9 S 9
28 N 28
84 O 84
36 H 36

La ecuación química está balanceada lo que permitirá analizar las relaciones cuantitativas o estequiométricas que de ella se derivan, así como realizar los cálculos correspondientes.



Actividad 1.11 Verifiquemos la Ley de la Conservación de la Materia

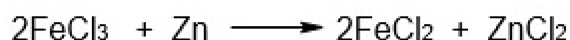
Copia las siguientes ecuaciones químicas en tu cuaderno, balancéalas por el método redox y completa la siguiente tabla:

1. $Al + MnO_2 \longrightarrow Mn + Al_2O_3$
2. $Ba(ClO_3)_2 \longrightarrow BaCl_2 + O_2$
3. $Al + H_2SO_4 \longrightarrow Al(SO_4)_3 + H_2$
4. $Zn + Pb(NO_3)_2 \longrightarrow Pb + Zn(NO_3)_2$
5. $FeS + O_2 \longrightarrow Fe_2O_3 + SO_2$
6. $CrI_3 + KOH + Cl_2 \longrightarrow K_2CrO_4 + KIO_4 + KCl + H_2O$

Ecuación química balanceada	Número de electrones transferidos
1. __ Al + __ MnO_2 ⟶ __ Mn + __ Al_2O_3	
2. __ $Ba(ClO_3)_2$ ⟶ __ $BaCl_2$ + __ O_2	
3. __ Al + __ H_2SO_4 ⟶ __ $Al(SO_4)_3$ + __ H_2	
4. __ Zn + __ $Pb(NO_3)_2$ ⟶ __ Pb + __ $Zn(NO_3)_2$	
5. __ FeS + __ O_2 ⟶ __ Fe_2O_3 + __ SO_2	
6. ___ CrI_3 + ___ KOH + ___ Cl_2 ⟶ ___ K_2CrO_4 + ___ KIO_4 + ___ KCl + ___ H_2O	

Relaciones estequiométricas mol-mol

Las relaciones estequiométricas mol-mol de una ecuación química balanceada, nos permiten conocer el número de mol de una sustancia que se necesita para reaccionar con un determinado número de mol de otra sustancia, así como determinar el número de mol de cada uno de los productos obtenidos en la misma reacción química. Observa la siguiente ecuación química:



$$2FeCl_3 + Zn \longrightarrow 2FeCl_2 + ZnCl_2$$

En ella se representa que 2 mol de cloruro de hierro (III) ($FeCl_3$) reaccionan con 1 mol de zinc (Zn), se producen 2 mol de cloruro de hierro (II) ($FeCl_2$) y 1 mol de cloruro de zinc ($ZnCl_2$).

Las relaciones estequiométricas del $FeCl_3$ con cada una de las sustancias que participan en esta reacción, se pueden expresar como factores o razones unitarias de la siguiente manera:

Relaciones estequiométricas del cloruro de hierro (III) ($FeCl_3$)

$$\frac{2\ molFeCl_3}{1\ mol\ Zn}\ o\ \frac{1\ mol\ Zn}{2\ molFeCl_3}$$

$$\frac{2\ molFeCl_3}{2\ molFeCl_2}\ o\ \frac{2\ mol\ FeCl_2}{2\ mol\ FeCl_3}$$

$$\frac{2\ mol\ FeCl_3}{1\ mol\ ZnCl_2}\ o\ \frac{1\ mol\ ZnCl_2}{1\ mol\ ZnCl_3}$$

Relaciones estequiométricas del zinc (Zn)

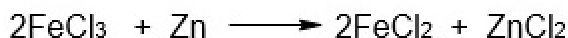
$$\frac{2\,mol\,FeCl_3}{1\,mol\,Zn}\ o\ \frac{1\,mol\,Zn}{2\,mol\,FeCl_3}$$

$$\frac{1\,mol\,Zn}{2\,mol\,FeCl_2}\ o\ \frac{2\,mol\,FeCl_2}{1\,mol\,Zn}$$

$$\frac{1\,mol\,Zn}{1\,mol\,ZnCl_2}\ o\ \frac{1\,mol\,ZnCl_2}{1\,mol\,Zn}$$

¿Para qué sirven las relaciones estequiométricas que se obtienen de una ecuación química balanceada?

Para explicar la utilidad de conocer las relaciones estequiométricas que se derivan de una ecuación química balanceada, nos basaremos en la siguiente:



$$2FeCl_3 + Zn \longrightarrow 2FeCl_2 + ZnCl_2$$

Supón, que se quiere conocer ¿cuántos mol de $FeCl_2$, se obtienen a partir de 3.5 mol Zn?

$$X\,mol\,FeCl_2 = (3.3\,mol\,Zn)\left(\frac{2\,mol\,FeCl_2}{1\,mol\,Zn}\right) = 7\,mol\,FeCl_2$$

Los 3.5 mol de Zn se transforman a mol de $FeCl_2$ mediante la relación estequiométrica $\frac{2\,mol\,FeCl_2}{1\,mol\,Zn}$ y al efectuar el análisis dimensional, se observa cómo se cancelan las unidades.



Actividad 1.12 Las relaciones estequiométricas en una ecuación química

1. Con base en las ecuaciones químicas que balanceaste en la actividad 1.11 contesta lo que se solicita a continuación:

   Escribe las relaciones estequiométricas de:

   a) Aluminio (Al) con manganeso (Mn)

   ____

   b) Clorato de bario ($Ba(ClO_3)_2$) con oxígeno (O_2)

   ____

c) Ácido sulfúrico (H_2SO_4) con hidrógeno (H_2)

____

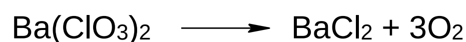
d) Zinc (Zn) con nitrato de plomo (II) ($Pb(NO_3)_2$)

____

e) Sulfuro de hierro (II) (FeS) con óxido de hierro (III) (Fe_2O_3)

____

2. De acuerdo con la ecuación química balanceada, resuelve lo que se pide:



$$Ba(ClO_3)_2 \longrightarrow BaCl_2 + 3O_2$$

a) 1 mol de $Ba(ClO_3)_2$ produce _______ $BaCl_2$ y se representa mediante las relaciones estequiométricas respectivas.

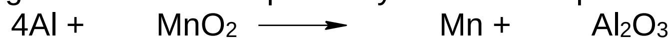
b) ¿Cuántos mol de cloruro de bario ($BaCl_2$) se producen a partir de 2.75 mol de clorato de bario ($Ba(ClO_3)_2$)?

____

c) ¿Cuántos mol de clorato de bario ($Ba(ClO_3)_2$) se necesitan para formar 4.5 mol de oxígeno (O_2)?

____

d) Balancea la siguiente ecuación química y resuelve lo que se pide:



$$4Al + ___ MnO_2 \longrightarrow ____ Mn + ____ Al_2O_3$$

_____ mol de MnO_2 produce _____ mol de Al_2O_3 y se representa mediante las relaciones estequiométricas como:

e) ¿Cuántos mol de manganeso (Mn) se producen a partir de 15 mol de aluminio (Al)? _______________

f) ¿Cuántos mol de óxido de manganeso (IV) (MnO_2) y cuántos mol de aluminio (Al) se requieren para obtener 3 mol de Al_2O_3?

Mol de MnO_2 _______________

Mol de Al __________________

Relaciones estequiométricas masa-masa

Cuando en un proceso químico se desea conocer la masa de cierta sustancia que se forma, o bien la masa de un reactivo, las relaciones estequiométricas masa-masa permiten conocer teóricamente dichos valores. Por ejemplo, si se desea conocer la masa de aluminio (Al) que se necesita para obtener 20 g de hidrógeno en estado gaseoso (H_2) a partir de la siguiente ecuación química:



Para iniciar, se necesita conocer la masa molar (MM) del aluminio (Al) e hidrógeno (H_2).

Recuerda que para calcular la masa molar (MM) de una sustancia, se suman los valores de las masas atómicas de los elementos y se multiplica por el número de veces que éstos aparecen en la fórmula.

MM (g/mol): H = 1; Al = 27

Para el H_2, entonces se tiene

H_2 = 2 g/mol, este valor significa que en 1 mol de H~~2~~$_2$, existen 2g de hidrógeno, lo cual se puede expresar como:

$$\frac{2\ gH_2}{1\ mol}\ o\ \frac{1\ mol\ H_2}{2\ g\ H_2}$$

Al = 27 g/mol, se expresa como:

$$\frac{27\ g\ Al}{1\ mol\ Al}\ o\ \frac{1\ mol\ Al}{27\ g\ Al}$$

De acuerdo con lo que se explicó con anterioridad, la relación estequiométrica entre el Al y el H_2 que aporta la ecuación química balanceada es:

$$\frac{2\ mol\ Al}{3\ mol\ H_2}$$

De acuerdo con el análisis dimensional, se elige la relación estequiométrica que permite simplificar las unidades, entonces se tiene:

$$X\ g\ Al = (20\ g\ H_2)\left(\frac{1\ mol\ H_2}{2\ g\ H_2}\right)\left(\frac{2\ mol\ Al}{3\ mol\ H_2}\right)\left(\frac{27\ g\ Al}{1\ mol\ Al}\right) = 162\ g\ de\ Aluminio$$

Observa como al realizar el análisis dimensional las unidades se cancelan hasta llegar a gramos de aluminio (Al).



Actividad 1.13 Cuánto necesito y cuánto obtengo

Lee con atención y resuelve los siguientes ejercicios:

1. Considera la siguiente ecuación química balanceada. A partir de ella determina lo siguiente:

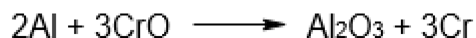


$$4Zn + 10HNO_3 \longrightarrow 4Zn(NO_3)_2 + N_2O + 5H_2O$$

   a) ¿Cuántos gramos de ácido nítrico (HNO_3) se requieren para obtener 10 g de nitrato de zinc ($Zn(NO_3)_2$)?

   b) ¿Cuántos gramos de óxido de nitrógeno (I) (N_2O) se producirán a partir de 15 g de zinc (Zn)?

2. Se desea obtener óxido de aluminio (Al_2O_3), a partir de aluminio (Al) y óxido de cromo (II) (CrO), por calentamiento. Dicho proceso químico se representa mediante la ecuación química:



$$2Al + 3CrO \longrightarrow Al_2O_3 + 3Cr$$

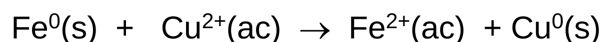
   a) ¿Cuántos gramos de aluminio (Al) se requiere para obtener 150 g de óxido de aluminio (Al_2O_3)?

   b) Si se parte de 250 g de óxido de cromo (II) (CrO), ¿cuántos gramos de cromo (Cr) se obtendrán?

b) Predicción de procesos redox: potencial estándar de reducción y fuerza electromotriz

A través de las aportaciones de grandes científicos como Luigi Galvani, Alessandro Volta y Michael Faraday, entre otros, se establecieron las bases para la electroquímica la cual es una rama de la química que estudia la conversión entre la energía eléctrica y la energía química.

Al colocar un clavo de hierro (Fe^0) en una disolución de sulfato de cobre (II) ($CuSO_4$), el hierro se oxida a Fe^{2+} mientras que el Cu^{2+} se reduce a cobre metálico (Cu^0), de acuerdo con la siguiente ecuación química:



$$Fe^0(s) + Cu^{2+}(ac) \rightarrow Fe^{2+}(ac) + Cu^0(s)$$

Los electrones se transfieren de forma directa del agente reductor (Fe) al agente oxidante (Cu^{2+}) en la disolución, sin embargo, si el agente oxidante se separa físicamente del agente reductor, la transferencia de electrones se puede realizar a través de un conductor externo (cable).

Una **celda electroquímica** es un sistema que consta de dos electrodos que se humedecen en un electrolito y en los cuales una reacción química utiliza o produce corriente eléctrica.

Hay dos tipos de celdas electroquímicas:

a) **voltaicas** o **galvánicas**: son aquellas donde una reacción espontánea genera una corriente eléctrica.

b) **electrolíticas**: donde una corriente eléctrica provoca una reacción que de otra forma no sería espontánea.

Fuerza electromotriz

En el ejemplo de la sección anterior ¿por qué se oxida el Fe^0? ¿Por qué la reacción es espontánea? Se explicará por medio de una analogía.

Si se compara el flujo de electrones que produce una celda voltaica con una cascada que cae desde lo alto de una montaña, el agua fluye de manera espontánea en una caída debido a la diferencia de energía potencial entre la parte superior de la cascada y la inferior. Lo mismo ocurre en la celda voltaica, los electrones fluyen desde donde se lleva a cabo la oxidación hacia donde se lleva a cabo la reducción a través de un circuito externo, debido a una diferencia de energía potencial.

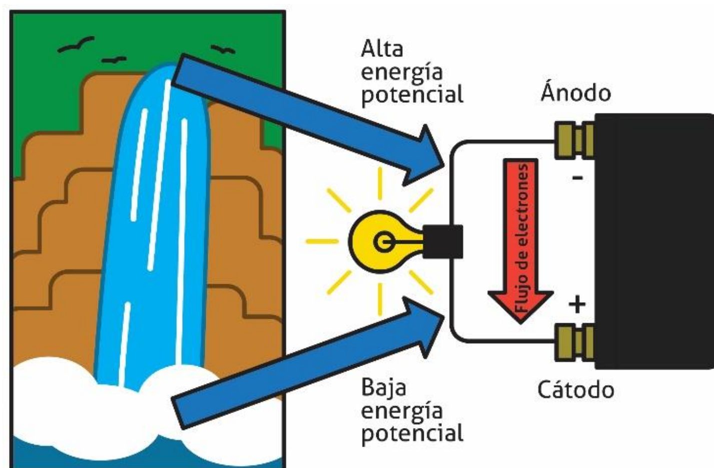


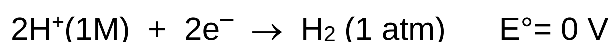
Figura 1.6 Analogía para explicar el flujo de electrones del ánodo al cátodo de una celda galvánica (Esquivel, 2019)

La diferencia de energía potencial por carga eléctrica entre dos electrodos se mide en volts. Un volt (V) es la diferencia de potencial que se requiere para impartir 1 joule (J) de energía a una carga de 1 coulomb (C).

$$1\ V = 1\ \frac{J}{C}$$

La diferencia de energía potencial entre los dos electrodos de una celda voltaica proporciona la fuerza motriz que empuja a los electrones a través del circuito externo, por lo que se llama fuerza electromotriz (fem) o potencial estándar.

La fem específica de una celda voltaica depende de las reacciones químicas que se realizan, de la temperatura, así como de la concentración de los reactivos y productos. Para nuestra comodidad se han realizado mediciones experimentales en condiciones estándar, es decir, 25°C, 1 atm de presión y una concentración 1 M de reactivos y productos. Para realizar estas mediciones se eligió arbitrariamente al electrodo de hidrógeno como referencia y se le asignó el valor de cero.



$$2H^{+}(1M) + 2e^{-} \rightarrow H_2\ (1\ atm) \qquad E° = 0\ V$$

El superíndice (°) denota condiciones de estado estándar de reducción. En la tabla 1.2 se muestran los potenciales estándar de reducción (E°) de algunos elementos químicos.

Tabla 1.2 Potenciales estándar de reducción (25°C, 1 atm, 1 M)

Agentes oxidantes fuertes ↓

Elemento	**Semiecuación**	**E° (V)**
Litio	$Li^{+}(ac) + e^{-} \rightarrow Li(s)$	-3.05
Potasio	$K^{+}(ac) + e^{-} \rightarrow K(s)$	-2.93
Calcio	$Ca^{2+}(ac) + 2e^{-} \rightarrow Ca(s)$	-2.87
Sodio	$Na^{+}(ac) + e^{-} \rightarrow Na(s)$	-2.71
Magnesio	$Mg^{2+}(ac) + 2e^{-} \rightarrow Mg(s)$	-2.37
Cromo	$Cr^{2+}(ac) + 2e^{-} \rightarrow Cr(s)$	-0.91
Zinc	$Zn^{2+}(ac) + 2e^{-} \rightarrow Zn(s)$	-0.76
Hierro	$Fe^{2+}(ac) + 2e^{-} \rightarrow Fe(s)$	-0.44
Cadmio	$Cd^{2+}(ac) + 2e^{-} \rightarrow Cd(s)$	-0.40
Níquel	$Ni^{2+}(ac) + 2e^{-} \rightarrow Ni(s)$	-0,25
Estaño	$Sn^{2+}(ac) + 2e^{-} \rightarrow Sn(s)$	-0.14
Plomo	$Pb^{2+}(ac) + 2e^{-} \rightarrow Pb(s)$	-0.13
Hidrógeno	$2H^{+}(ac) + 2e^{-} \rightarrow H_2\ (g)$	0.0
Cobre	$Cu^{2+}(ac) + 2e^{-} \rightarrow Cu(s)$	+0.34
Yodo	$I_2\ (s) + 2e^{-} \rightarrow 2I^{-}(ac)$	+0.54
Mercurio	$Hg^{2+}(ac) + 2e^{-} \rightarrow Hg(s)$	+0.85
Oxígeno	$O_2(s) + 4H^{+} + 2e^{-} \rightarrow H_2O(ac)$	+1.23
Cloro	$Cl_2\ (s) + 2e^{-} \rightarrow 2Cl|^{-}(ac)$	+1.36
Oro	$Au^{3+}(ac) + 3e^{-} \rightarrow Au(s)$	+1.42
Flúor	$F_2\ (s) + 2e^{-} \rightarrow 2F^{-}(ac)$	+2.87

Agentes reductores fuertes ↑

.Tomado de Brown, 2017

Los potenciales estándar de reducción se usan en la predicción de espontaneidad de las reacciones redox y en la construcción de celdas electroquímicas.

Predicción de procesos redox

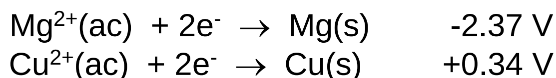
Es posible decidir si una reacción de oxidación-reducción es espontánea a partir de los potenciales estándar de reducción y el cálculo de la fem asociada a ella.

Por ejemplo, se quiere saber si al colocar una tira de magnesio (Mg^0) en una disolución de sulfato de cobre (II) ($CuSO_4$) habrá reacción.



$$Mg^0 + Cu^{2+} \rightarrow ?$$

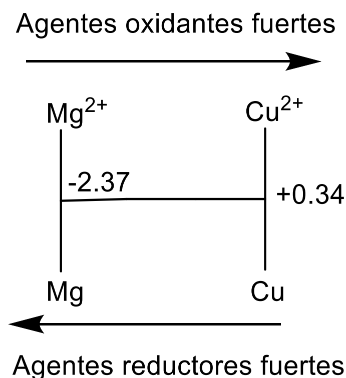
a) Para resolver este problema, busca en la tabla 1.2 los potenciales estándar de reducción de cada especie química:



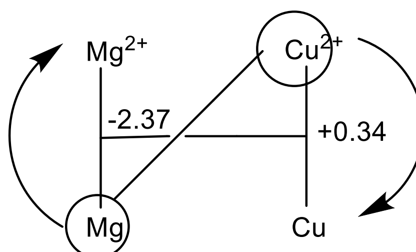
$$Mg^{2+}(ac) + 2e^- \rightarrow Mg(s) \qquad -2.37\ V$$
$$Cu^{2+}(ac) + 2e^- \rightarrow Cu(s) \qquad +0.34\ V$$

Observa la tabla 1.2, todas las semiecuaciones están escritas como reducciones. Sin, embargo, cuando se tienen dos semiecuaciones, aquella que tiene el potencial de reducción más bajo, procede pero en dirección opuesta y será una reacción de oxidación. En otras palabras, la semiecuación más positiva procede como una reducción y la semiecuación más negativa como una oxidación.

b) Acomoda en una recta numérica, de acuerdo con el valor del potencial estándar de reducción de cada semiecuación. El valor de -2.37 debe quedar a la izquierda del +0.34. El primer valor corresponde al potencial estándar de reducción del magnesio, por lo que sobre esa línea vertical se colocarán las especies Mg^{2+}/Mg^0. En la parte superior se ponen los agentes oxidantes fuertes. Recuerda que un agente oxidante es la especie química que se reduce, por lo tanto, para el magnesio, el agente oxidante fuerte es el Mg^{2+} y el agente reductor es Mg^0. En la parte superior se coloca el Mg^{2+} y en la inferior el Mg. El mismo procedimiento se realiza con el cobre; de tal forma que las especies químicas quedan colocadas así:

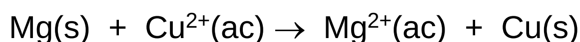


c) Encierra las especies químicas que el enunciado del problema indica que reaccionan (Mg, Cu^{2+}). La reacción se llevará a cabo espontáneamente cuando las especies se unen mediante una recta de pendiente positiva:



d) El sentido de las flechas indican los productos, es decir, Mg^{2+} y Cu^{0}.

e) Las especies químicas encerradas son los reactivos y la flecha indica a los productos. Por lo tanto, se observará una reacción cuando una tira de magnesio se introduce en una disolución de sulfato de cobre:



$$Mg(s) + Cu^{2+}(ac) \rightarrow Mg^{2+}(ac) + Cu(s)$$

Otra forma de predecir que un proceso es espontáneo es a través de la fórmula:

$$E° = E°_{red} \text{ (proceso de reducción)} - E°_{oxid} \text{ (proceso de oxidación)}$$

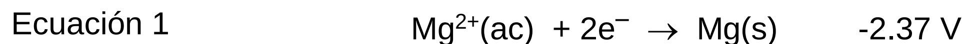
Si E° es positivo indica que el proceso es espontáneo
Si E° es negativo indica que el proceso es no espontáneo

De acuerdo con el ejemplo anterior:

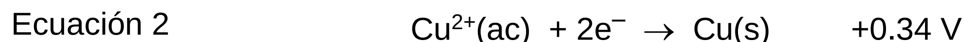


$$Mg^{0} + Cu^{2+} \rightarrow ?$$

I) Observa los potenciales estándar de reducción



Ecuación 1 $Mg^{2+}(ac) + 2e^{-} \rightarrow Mg(s)$ -2.37 V



Ecuación 2 $Cu^{2+}(ac) + 2e^{-} \rightarrow Cu(s)$ +0.34 V

II) De acuerdo con los potenciales estándar de reducción el magnesio se oxida (porque tiene el valor más negativo) y el cobre se reduce.

III) Sustituye en la fórmula:

$$E° = (0.34)-(-2.37) = + 2.71$$

Al obtenerse un valor positivo, se infiere que es un proceso espontáneo.



Actividad 1.14 Predicciones

De acuerdo con lo explicado en la sección anterior, contesta las preguntas siguientes:

1. En joyería, una prueba para verificar que una pieza es de oro (Au) consiste en introducirla en ácido clorhídrico (H^+), si no le ocurre nada, es oro. De acuerdo con los potenciales estándar de reducción establece una hipótesis que explique esto.

2. El galvanizado consiste en aplicar un recubrimiento de zinc en utensilios de hierro con el propósito de evitar que el hierro se oxide. Coloca en una recta numérica las semirreacciones de hierro y zinc. Explica a qué se debe este comportamiento.

c) Celdas galvánicas y electrolíticas: sus aplicaciones

Como ya se explicó previamente, las celdas galvánicas son aquellas en las que se produce corriente eléctrica por medio de reacciones espontáneas. En la figura 1. 4 se esquematiza una celda galvánica formada por magnesio y cobre. Observa que hay dos vasos y en cada uno de ellos hay una barra de los metales antes mencionados. Cada vaso es una semicelda: una de oxidación y otra de reducción.

Las dos barras metálicas reciben el nombre de electrodos. El electrodo en el que se produce la oxidación se llama **ánodo** y donde se lleva a cabo la reducción es el **cátodo**. Ambos electrodos están conectados por un circuito externo (cable) que permite el flujo de electrones.

Una parte importante en las celdas galvánicas es el puente salino el cual une las dos semiceldas y permite la neutralidad eléctrica a través de la migración de iones. Éste se construye con un tubo que se llena de un electrolito como cloruro de sodio o de potasio.

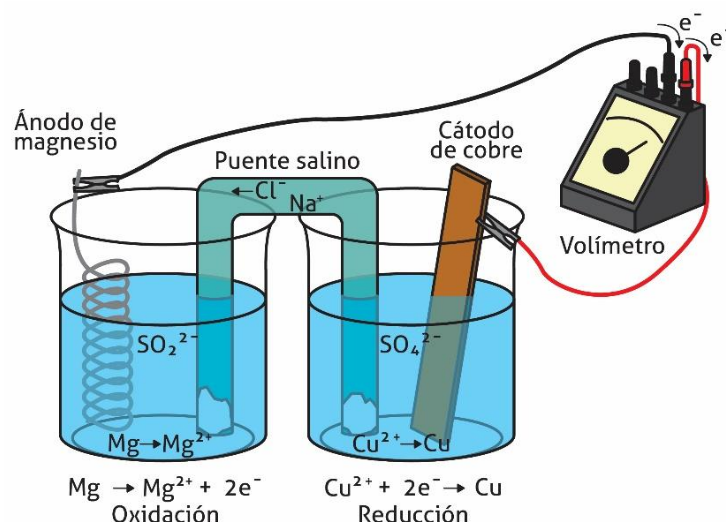
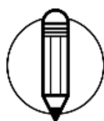


Figura 1.7 Celda galvánica
(Esquivel, 2019)



Actividad 1.15 Funcionamiento de una celda galvánica

1. Consulta el simulador de celdas galvánicas de Physics and Chemistry by Clear Learning en la siguiente URL: http://www.physics-chemistry-interactive-flash-animation.com/chemistry_interactive/daniell_cell.htm

2. En esta URL encontrarás el esquema de una celda galvánica de zinc-cobre. Al colocar el cursor sobre la barra de metal de zinc, de cobre y el puente salino puedes observar qué sucede a nivel nanoscópico. Examina detenidamente el flujo de iones, el aumento y diminución de los electrodos y, finalmente haz un acercamiento al puente salino.
   Con base en lo anterior contesta las preguntas siguientes:

   a) ¿Qué le ocurre al electrodo de zinc y al de cobre?

   ____

   ____

   b) ¿Por qué ocurre lo anterior?

   ____

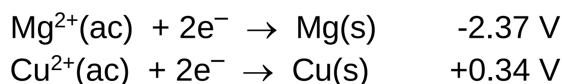
   ____

c) ¿Por dónde circulan los electrones?

d) Al realizar el acercamiento en el puente salino, ¿qué ocurre con lo iones que los componen?

De acuerdo con la celda galvánica de la figura 1.4, los electrodos son el magnesio y el cobre. Para identificar la especie química que se oxida y la que se reduce, los pasos son los siguientes:

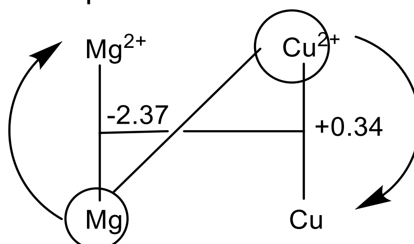
a) De acuerdo con las semiecuaciones:



$$Mg^{2+}(ac) + 2e^{-} \rightarrow Mg(s) \qquad -2.37\ V$$
$$Cu^{2+}(ac) + 2e^{-} \rightarrow Cu(s) \qquad +0.34\ V$$

b) Coloca las especies en la recta numérica como se explicó en la sección previa.

c) Por ser una celda galvánica, se encierran las especies que se unen a través de una recta de pendiente positiva.



d) Las especies químicas encerradas son los reactivos y el sentido de las flechas indican los productos en cada electrodo.

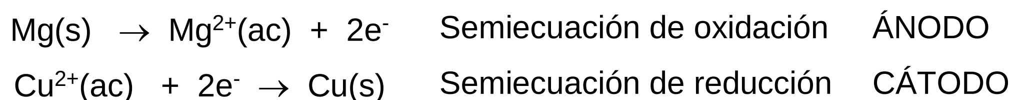
El magnesio pasa de Mg^0 a Mg^{2+} por lo que se oxida.



$$Mg(s) \rightarrow Mg^{2+}(ac) + 2e^{-}$$

El cobre pasa de Cu^{2+} a Cu^0 por lo que se reduce, $Cu^{2+}(ac) + 2e^{-} \rightarrow Cu(s)$

e) Identifica la semireacciones de oxidación y reducción para asignar al ánodo y al cátodo.



$Mg(s) \rightarrow Mg^{2+}(ac) + 2e^{-}$	Semiecuación de oxidación	ÁNODO
$Cu^{2+}(ac) + 2e^{-} \rightarrow Cu(s)$	Semiecuación de reducción	CÁTODO

f) Para calcular la fem de celda (E_{celda}) se utiliza la fórmula siguiente:

$$E_{celda} = E°_{cátodo} - E°_{ánodo}$$

Sustituyendo los valores del ejemplo realizado:

$$E_{celda} = (0.34\ V) – (-2.37\ V) = +2.71\ V$$

Este valor indica el voltaje que producirá dicha celda.

Si $E°_{celda}$ es positivo indica que el proceso es espontáneo
Si $E°_{celda}$ es negativo indica que el proceso es no espontáneo



Actividad 1.16 Celdas galvánicas

Revisa el simulador de Voltaic cell Virtual Lab en la siguiente URL:
http://www.kentchemistry.com/moviesfiles/Units/Redox/voltaiccelll20.htm

a) Elige los dos electrodos y las disoluciones correspondientes.

b) Selecciona la misma concentración de las disoluciones para cada electrodo.

c) Enciende el multímetro.

d) Realiza una captura de pantalla en donde se observe el voltaje de la celda así como los electrodos y disoluciones que elegiste. Imprime y pega en este espacio.

e) En el espacio siguiente, Identifica al ánodo y al cátodo de acuerdo con los potenciales estándar de reducción, así como el $E°_{celda}$. Compara el resultado teórico con el que se observó en el multímetro del simulador.

f) Describe a nivel nanoscópico qué sucede en el ánodo, en el cátodo y en el puente salino (respecto al flujo de átomos, iones y electrones).

____

____

____

____

____

____

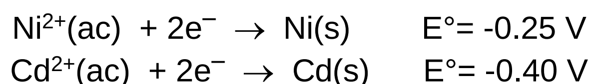
____

Celdas electrolíticas

En las celdas electrolíticas se realiza un proceso en el que se usa energía eléctrica para que se lleven a cabo reacciones químicas no espontáneas. Por ejemplo, las pilas recargables de niquel-cadmio, cuando las usas en diversos aparatos eléctricos, se realizan reacciones espontáneas, es decir, funciona como una celda voltaica, sin embargo, cuando la conectas a la corriente eléctrica está funcionando como una celda electrolítica.

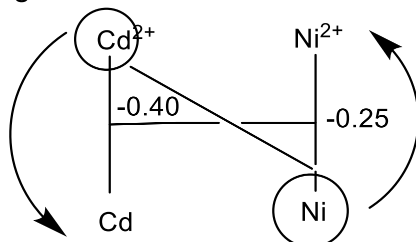
Para analizar este tipo de celda, se partirá de las pilas recargables de Ni-Cd. Para ello:

a) Busca las semirreacciones y los potenciales estándar para cada elemento.



$Ni^{2+}(ac) + 2e^{-} \rightarrow Ni(s)$ E°= -0.25 V
$Cd^{2+}(ac) + 2e^{-} \rightarrow Cd(s)$ E°= -0.40 V

b) Coloca en la recta numérica las semirreacciones. Por ser una celda electrolítica, donde se lleva a cabo una reacción no espontánea, las especies se unirán con una recta de pendiente negativa.



Al igual que en las celdas voltaicas, el electrodo en el que se produce la reducción se llama cátodo y donde ocurre la oxidación es el ánodo.

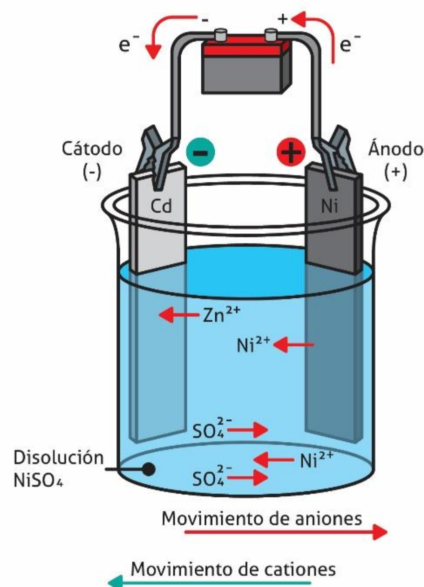
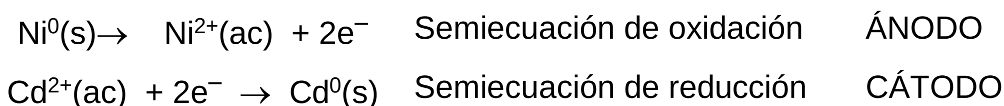


Figura 1.8 Celda electrolítica (Esquivel,2019)



$Ni^0(s) \rightarrow Ni^{2+}(ac) + 2e^-$ Semiecuación de oxidación ÁNODO

$Cd^{2+}(ac) + 2e^- \rightarrow Cd^0(s)$ Semiecuación de reducción CÁTODO

En la figura 1.8 se muestra el esquema de una celda electrolítica:



Actividad 1.17 Celdas electrolíticas

En las celdas electrolíticas siguientes, identifica al ánodo y cátodo.

a) zinc-hierro

b) cromo- cobre

c) hierro-cromo



Actividad 1.18 Algunas aplicaciones de las celdas galvánicas y electrolíticas.

Realiza una investigación acerca de las aplicaciones de las celdas galvánicas y electrolíticas en la vida cotidiana. Para ello consulta fuentes confiables y llena el cuadro siguiente:

Aplicación	Celda galvánica o electrolítica	Electrodos	Funcionamiento
Marcapasos en el corazón			
Baterías de NiCd			
Electrochapeado de un CD			
Acumulador de plomo de un automóvil			

c) Ventajas y desventajas del uso de baterías de litio

Las baterías han evolucionado a pasos agigantados como respuesta a la demanda del mercado, por ejemplo, las baterías de níquel-cadmio, dan mejores prestaciones energéticas, pero con mayor costo y problemas ambientales.Las baterías actualmente usadas en muchos dispositivos electrónicos son las de ion litio las

cuales proporcionan grandes ventajas. Éstas surgieron en la década de 1990 y con el paso del tiempo han evolucionado de tal forma que se han reducido costos de producción y ha aumentado su capacidad de almacenamiento.

El litio presenta propiedades que lo hacen ideal para construir baterías, dentro de las que se encuentran:

- Es el metal más ligero de todos, con casi la mitad de la densidad del agua.
- Una alta capacidad específica, lo que permite obtener energía con una masa inferior. Esto ha permitido desarrollar baterías más pequeñas y delgadas, que actualmente se usan las computadoras y teléfonos celulares.
- Su alto potencial estándar de reducción lo hace especialmente adecuado en las baterías, la cerámica y el vidrio. Tiene una alta conductividad térmica y una baja viscosidad.
- Por otro lado, cuando un ánodo de litio metálico se combina con cátodos de ciertos óxidos de metales de transición, las celdas electroquímicas reversibles que resultan presentan valores de voltaje superiores al de otros sistemas; ello contribuye a una alta densidad de energía.
- El litio se utiliza como ánodo de sacrificio en baterías eléctricas no recargables o como cátodo en baterías recargables debido a su alta equivalencia electroquímica y bajo potencial estándar de reducción.

Por las propiedades mencionadas anteriormente, el litio es un material ideal para el desarrollo de las baterías de ion-litio. A continuación se describe de manera muy sencilla su funcionamiento.

Funcionamiento de las baterías de ion-litio

Las baterías secundarias de ion litio están compuestas de celdas que utilizan compuestos de intercalación de litio en ambos electrodos. Durante el ciclo de la batería, los iones de litio (Li^+) son intercambiados entre los electrodos. Por esto son conocidos como baterías de “mecedora”, ya que los iones de litio se mecen o transfieren de un lado al otro entre el ánodo y el cátodo durante la carga y descarga de la celda. El material para el cátodo es generalmente un óxido metálico con una estructura de capas, tal como el óxido de cobalto y litio ($LiCoO_2$), o un material con una estructura de túnel, tal como el óxido de litio y manganeso ($LiMn_2O_4$), sobre un colector de corriente de aluminio laminado. El ánodo es generalmente de grafito, que es también un material con estructura de capas, sobre un colector de corriente de cobre. Durante los procesos de carga y descarga, los iones de litio se insertan o extraen de los espacios intersticiales de las capas atómicas de los materiales activos.

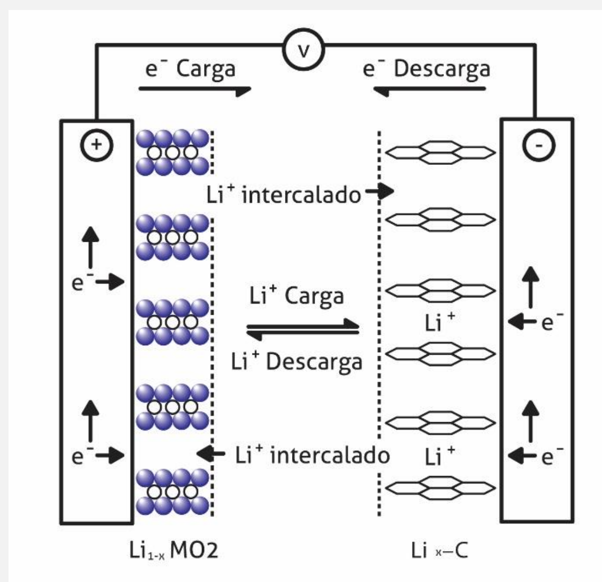


Figura 1.9 Funcionamiento de una batería de ion-litio
(Esquivel, 2019)

Tomado de Martínez, (2010)



Actividad 1.19 Ventajas y desventajas de las baterías de litio.

A continuación, se presenta un cuadro con algunas de las ventajas y desventajas de las baterías de ion-litio. Realiza una búsqueda en fuentes confiables y completa la información.

Ventajas	Desventajas
Tamaño de las baterías:	Tiempo de vida útil:
Efecto memoria:	Circuito de seguridad:
Voltaje:	Precio:
Rapidez en la carga:	Desempeño en climas extremos:

Con toda la información anterior ¿consideras que las baterías de ion litio representan un adelanto tecnológico en este siglo? Justifica tu respuesta.

____

____

____

____

1.3 Nuevos materiales en la construcción de las baterías

Los nanomateriales de carbono incluidos los nanotubos, las nanofibras, y el grafeno, apuntan para sustituir al grafito en los ánodos de las baterías de ion-Litio, con el propósito de mejorar las características de estas baterías con vistas a ser empleadas en vehículos eléctricos u otros sistemas de almacenamiento de energía eléctrica a gran escala.

a) Nanomateriales de carbono: aplicación como ánodos en baterías de ion-litio

Los nanotubos y nanofibras de carbono presentan propiedades morfológicas, mecánicas y electrónicas excepcionales, que permiten su aplicación en muchos campos que van desde una amplia gama de componentes electrónicos, al reforzamiento de materiales (conductividad eléctrica y resistencia mecánica), almacenamiento de gases como el hidrógeno a la utilización como soportes catalíticos. Esto se logra al diseñar sus características a nivel molecular controlando su forma y tamaño a escala nanométrica (10^{-9} m).



Actividad 1.20 ¿Nano qué?

1. Realiza la siguiente lectura.

> **Nanotubos de carbono**
>
> Los nanotubos presentan excelentes propiedades mecánicas, por ejemplo, son 10 veces más ligeros que el acero, 100 veces más resistente, y a la vez 10.000 veces más finos que un cabello, si se le añade que dentro de sus propiedades eléctricas, pueden ser tanto conductores como aislantes, podremos disponer de un cable para fabricar circuitos electrónicos con diámetros de 10 nanómetros, es decir, entre 10 y 100 veces más pequeños que los actuales de 0.1 micras.

Si podemos imaginar un plano atómico de grafito, o sea, al grafeno, y lo enrollamos sobre sí mismo (como si fuera una cartulina), se obtendrá un tubo diferente según como se enrolle, de acuerdo con esto, el nanotubo podría ser conductor o semiconductor de la electricidad o incluso aislante de ella. Si es conductor podrá transportar elevadas densidades de corriente.

Son capaces de doblarse mucho sin romperse, manteniendo sin alteraciones su estructura interna. Con respecto a su dureza, existen los nanotubos unicapa (de pared sencilla, es decir, una lámina de grafeno enrollada sobre sí misma) que son muy duros. Sin embargo, esta se puede incrementar si se tiene un nanotubo de múltiples capas (varias láminas enrolladas una a una e introducidas unas dentro de las otras sin tocarse, como si fueran matrioshkas rusas).

El empleo de nanotubos como ánodos en las baterías de litio, se debe a su elevada conductividad eléctrica y a su área superficial.

Debido a su tamaño nanométrico (10^{-9} m) se disminuyen las distancias que tienen que recorrer los iones litio para intercalarse, reduciendo el tiempo de difusión, además, aumenta el área de contacto con el electrolito, lo que facilita el acceso de los iones al material activo. Esto otorga ventajas como, mayor potencia (tiempos de carga/descarga más rápidos) y más energía. Sin embargo, se eleva el costo de las baterías.

Adaptado por Sánchez: 2019 de: Briones, C., Casero, E., Martín, J., Serena, P. 2009 y Cameán, I. (2016).

Analiza el video siguiente:
¿Qué es un nanotubo de carbono? En la siguiente la siguiente URL:
https://www.youtube.com/watch?v=6k3U2rCOvVc

2. De acuerdo con la lectura del inciso (a) y al análisis del video (b), contesta las siguientes preguntas. Para saber más, recurre a fuentes confiables.

a) ¿Qué materiales de carbono se han encontrado, que sean diferentes del grafito?

b) ¿Qué es un nanotubo de carbono?

___

___

___

c) ¿Cómo se puede representar macroscópicamente un tubo de carbono?

___

___

d) ¿Qué propiedades presentan los nanotubos de carbono?

___

___

___

e) ¿De qué dependen las propiedades de los nanotubos?

___

___

___

___

3. ¿Qué ventajas y desventajas ofrecerán los nanotubos de carbono si se emplean en la fabricación de baterías de ion-litio?

___

___

___

Ventajas:

___

___

___

___

Desventajas:

___

___

___

De acuerdo con lo que se presenta en el video "¿Qué es un nanotubo de carbono?", un nanotubo de carbono se forma con una lámina de grafeno cuando ésta se enrolla de tal forma que los átomos de los extremos opuestos puedan formar enlaces y producir una estructura cilíndrica. Para lograr esto se debe someter a elevadas temperaturas y utilizar catalizadores, entre otras condiciones. Las propiedades de los nanotubos dependerán de la forma como se hayan enrollado.



Actividad 1.21 Modelando nanotubos

En esta actividad construirás modelos macroscópicos de tubos que simulen las diferentes estructuras de los nanotubos de carbono.

Imprime en una hoja de acetato la plantilla que se encuentra al final de esta actividad (figura 1.12), la cual, representará una lámina de grafeno. Cada vértice (o nodo) del hexágono corresponderá a la posición de un átomo de carbono con hibridación sp^2.

También necesitarás un marcador para acetato y cinta adhesiva transparente.

¿Cómo lo vas a hacer?

Primera etapa.

Elige los puntos geométricos que permitan identificar los nodos, de esta lámina.

Puedes elegir un punto cualquiera en la malla como el origen de las coordenadas (O). A partir de ese punto traza dos vectores n y m, que incluyan un número entero de hexágonos, éstos formarán una base en la malla de "grafeno" debido a que permiten ir de un punto de ésta a cualquier otro.

En el ejemplo de la figura 1.10 se eligieron n=5 y m=4

Realiza las proyecciones de esos vectores como se muestra con las líneas punteadas de la figura 1.10 y traza el vector resultante OP.

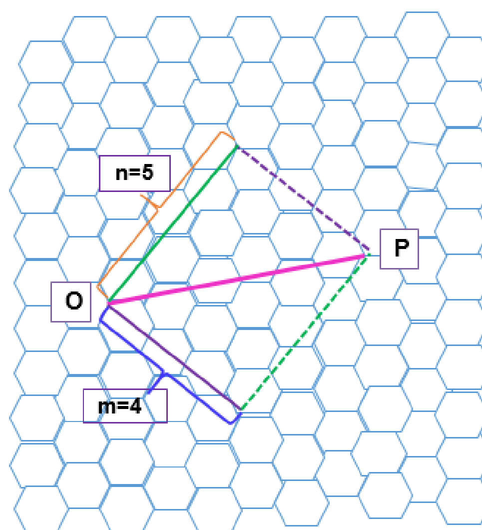


Figura 1.10 Eligiendo puntos geométricos

Segunda etapa.

Enrolla la “lámina de grafeno”, para hacer esto lleva el punto “O” sobre el punto “P” como se muestra en la figura 1.11, corta si es necesario para unir los bordes del tubo y pégalos con cinta transparente para que no se desarme.

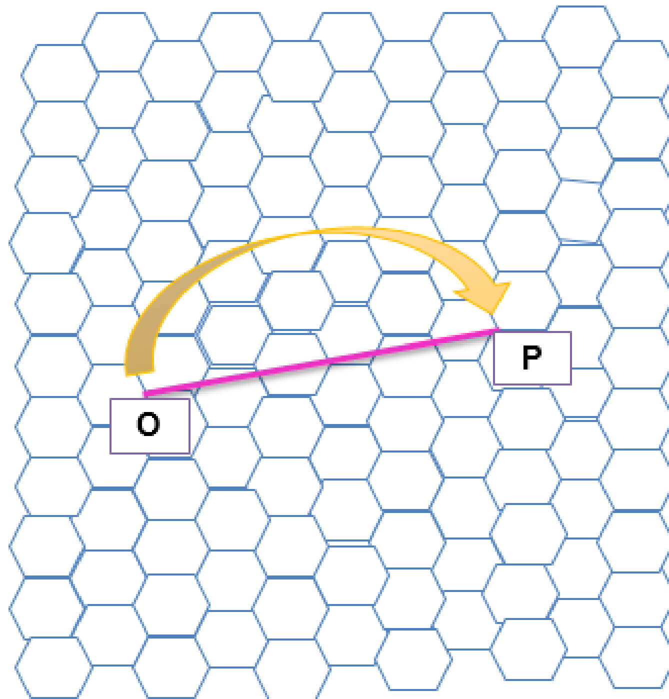
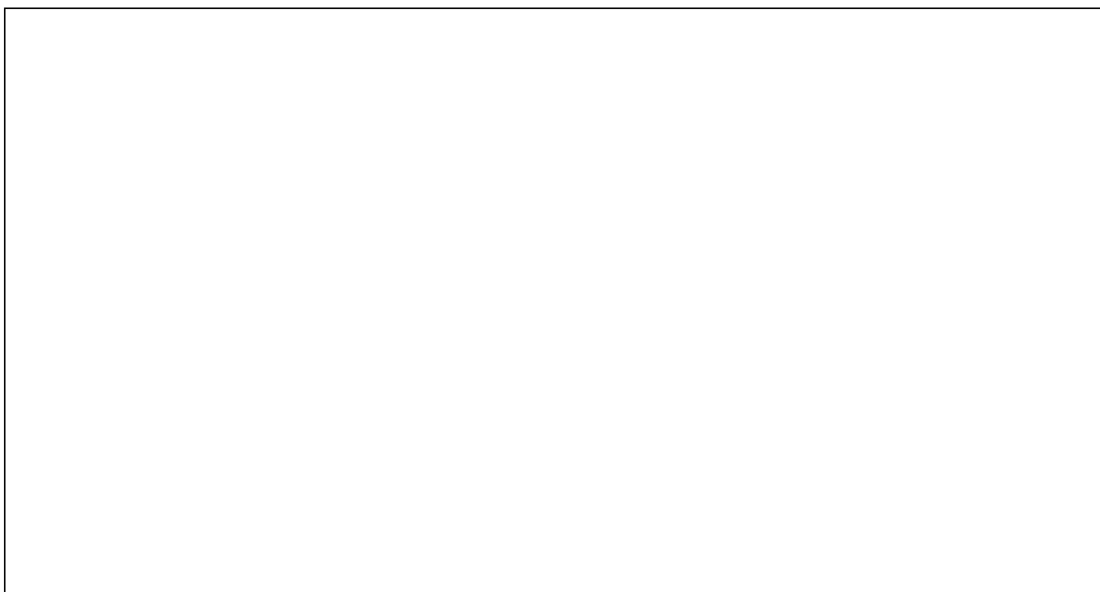


Figura 1.11 Dándole forma al tubo
(Sánchez, 2019)

Toma fotos de tus modelos de nanotubos y pégalas en el recuadro.



Contesta las siguientes preguntas:

1. ¿Hiciste la estructura de un nanotubo?

____

____

2. ¿Qué tipo de macro tubo modelaste? Explica por qué.

____

____

____

3. ¿A qué se deben las propiedades de los nanotubos de carbono?

____

____

____

4. Escribe algunas aplicaciones de los nanotubos de carbono.

____

____

Adaptado por: Sánchez (2019) de: Briones, C., Casero, E., Martín, J., Serena, P. (2009).

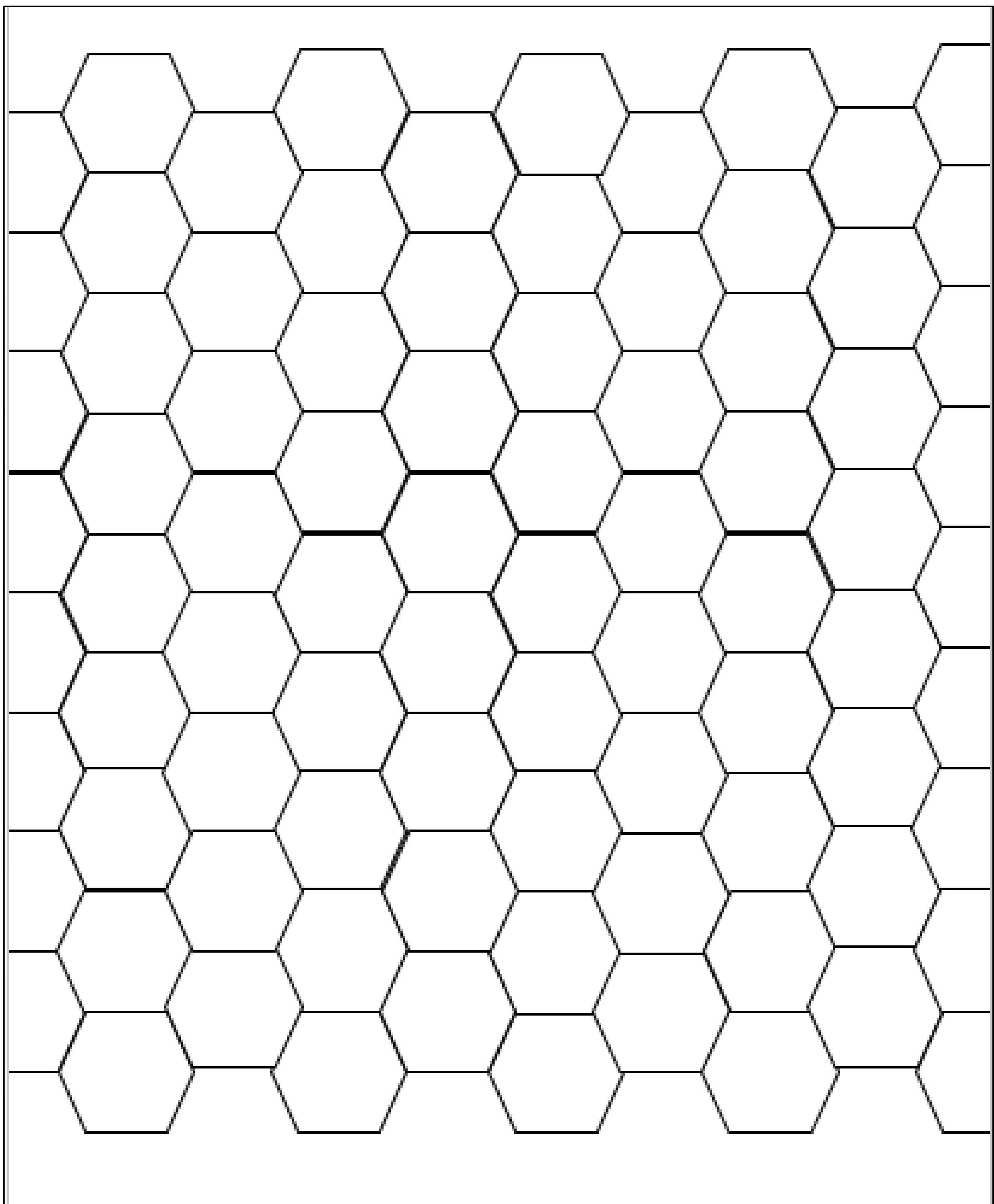
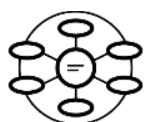


Figura 1.12 Lámina de grafeno
(Sánchez, 2019)

b) Funcionamiento y usos de pilas y baterías

Una pila es un dispositivo en el cual la reacción química que libera energía no es reversible, es decir que, una vez consumido los reactivos durante el proceso de descarga se torna desechable. Estas se consideran un generador primario. Las pilas de zinc son de este tipo.

Una batería es capaz de producir y almacenar energía eléctrica a partir de reacciones químicas de óxido reducción. Si la reacción química es reversible, se consideran generadores secundarios, capaces de acumular una carga eléctrica de forma química. Las baterías tienen la ventaja, de poderse recargar una y otra vez, algo que no sucede con las pilas. Un ejemplo de ellas es la batería de plomo-ácido.

**Actividad 1.22** ¿Pilas o Baterías?

Completa de forma explícita, la siguiente tabla, con la información que se solicita, Recurre a fuentes confiables de información.

Característica	Pilas	Baterías
Reversibilidad		
Estructura		
Voltaje que alcanza		
Lo que ocurre si no se usan		
Recargas		
Ejemplos		

1.4 Pilas y baterías, un problema global

Las pilas y las baterías son un medio importante para la generación de energía. Una gran diversidad de aparatos requiere de ellas para su funcionamiento, lo que ha traído en consecuencia la generación cada vez mayor de residuos que requieren de una atención especial cuando su capacidad para producir energía se ha agotado.

a) **Pilas y baterías, unidades de almacenamiento de energía y su consumo desmedido**

Las pilas y las baterías son uno de los desarrollos tecnológicos más importantes a nivel mundial, ya que son dispositivos en los que, mediante un proceso electroquímico, se produce energía eléctrica que hace posible el funcionamiento de equipos y aparatos de uso común en el hogar, la industria y la medicina por mencionar algunos campos de su aplicación.

Existe un gran número de pilas y baterías en el mercado, por la duración de su carga se clasifican en pilas primarias, son dispositivos en los que se realiza una reacción química irreversible, lo que significa que una vez que se lleva a cabo la reacción y se agota, deja de producirse energía eléctrica, por lo que también se les han denominado pilas no recargables; se encuentran en diferentes presentaciones comerciales (AA, AAA, C, D, entre otras) y las hay de diferente capacidad. De acuerdo con la tecnología que utilizan para generar energía, su composición química es diversa, así como sus usos.

Por otra parte, las llamadas pilas secundarias o recargables, reciben el nombre común de baterías. En estos dispositivos el proceso o reacción química que ocurre es reversible, al igual que en las pilas primarias existen diferentes presentaciones comerciales y emplean diferente tecnología en la generación de la corriente eléctrica.



Actividad 1.23 Conozco sobre pilas primarias y secundarias

Investiga en diferentes fuentes de consulta para completar la tabla siguiente. Puedes apoyarte en la página Cempre, Uruguay disponible en la siguiente URL:
www.cempre.org.uy/index.php?option=com_content&id=85&Itemid=103

Tipo de pila	Ejemplos de algunos electrodos	Usos
Primarias		
Secundarias		

 **Actividad 1.24** Impacto de las pilas y baterías

Realiza la siguiente lectura y con base en ella elabora un mapa mental.

Consumo de pilas: implicación social, económica y ambiental

Las pilas primarias y secundarias son productos de alta demanda en la sociedad, pues un sin número de aparatos funcionan con la energía que éstas les aportan. Su elevado consumo está ligado al estilo de vida, la cultura, el consumismo y la educación ambiental de la sociedad, entre otros factores.

La mayoría de la población poco se cuestiona sobre cómo es que tales dispositivos producen energía eléctrica y por lo tanto desconocen su composición química y los riesgos al ambiente y a la salud que pueden causar si no desechan adecuadamente al término de su vida útil.

Las pilas se fabrican con elementos químicos tóxicos como el cadmio, el mercurio y el plomo, aproximadamente el 30 por ciento de las sustancias que las constituyen pueden causar daño a la salud y al ambiente. En México por ejemplo, la mayoría de las personas las desecha en los residuos sólidos urbanos, sin ningún cuidado o protección, luego éstos son transportados a los vertederos a cielo abierto y al paso del tiempo y el intemperismo o bien la quema de basura, provocan que su contenido se derrame contaminando el suelo, el agua y el aire.

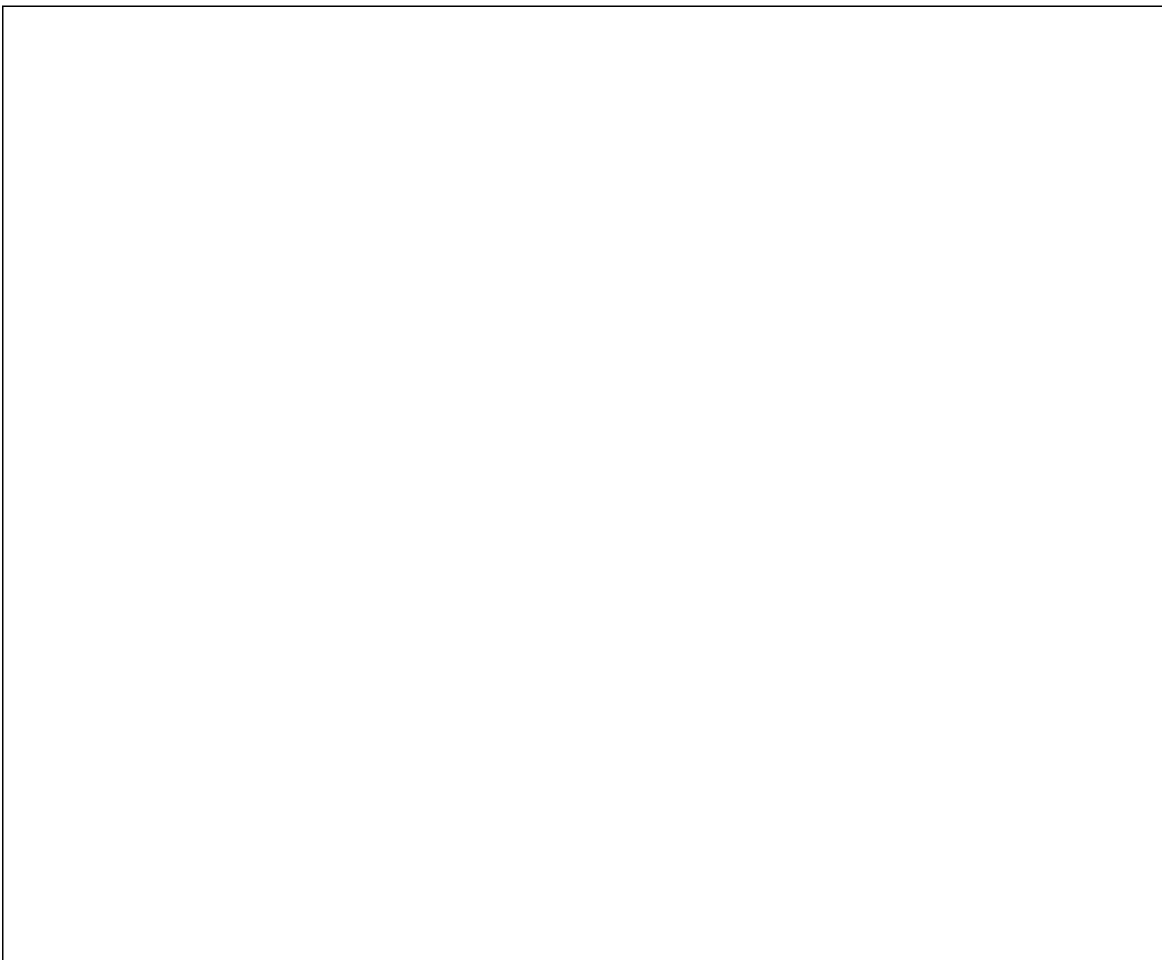
Desde 2001 en nuestro país se dejó de producir pilas y baterías, por lo que se importa el 100 por ciento de ellas.

Se estima que una persona consume un promedio de 6 pilas no recargables anualmente y se comercializan aproximadamente 600 millones de pilas desechables anualmente, de las cuales se estima que el 40 por ciento proviene del mercado ilegal, lo que representa otra situación que atender, ya que no cumplen con los estándares de calidad nacional e internacional.

Para atender este problema potencial de contaminación, los gobiernos implementan normas para garantizar la responsabilidad de cada uno de los sectores que participan en el ciclo de vida de las pilas y baterías, de esta manera se construyen normas donde se encuentran establecidas las responsabilidades de cada sector, normas que se deben de acatar no sólo para la comercialización de dichos dispositivos, sino también que se garantice la seguridad de su disposición y/o tratamiento cuando se agotan; dichas responsabilidades competen a los productores, importadores, comercializadores y consumidores.

Adaptado por Espinosa de: SEMARNAT: 2018 y SITRASA:(s.f)

Mapa mental



b) Toxicidad de los metales presentes en pilas y baterías

Las pilas primarias y secundarias ¿porqué al término de su vida útil, representan un riesgo potencial para el ambiente y la salud?

Lee el texto siguiente y selecciona las ideas principales.

Pilas: posibles riesgos a la salud y al ambiente

Las pilas primarias y secundarias, de manera habitual al agotarse, forman parte de los residuos domésticos, de empresas y de oficinas, entre otros.

Como se sabe, estos dispositivos hacen posible el funcionamiento de diversos aparatos, mediante la energía eléctrica obtenida de las reacciones electroquímicas que en ellos se realizan. Dichas reacciones se llevan a cabo entre sustancias químicas que incluyen metales pesados como: mercurio, cadmio, plomo, zinc, níquel y manganeso (la

mayoría altamente tóxicos para el ser humano y los ecosistemas, cuando se sobrepasa el límite); así como electrolitos que participan también y hacen posible la generación de energía eléctrica. Dichas sustancias pueden ser liberadas al ambiente cuando la pila es abandonada y su cubierta y empaques se degradan por ruptura o corrosión.

Por la gran utilidad que tienen los diferentes tipos de pilas para las sociedades, en muchos países se han implementado procesos de reciclaje de algunos de sus componentes, así como sistemas de acopio diferenciados cuyo propósito es principalmente su aislamiento para evitar la liberación al ambiente de sustancias dañinas.

Los riesgos a la salud y al ambiente por exposición a los contaminantes, es difícil de determinar ya que depende de la distribución geográfica, distribución temporal y poblacional.

A continuación, se mencionarán algunos daños a la salud causados por sustancias presentes en los diferentes tipos de pilas:

- El cadmio es una sustancia cancerígena, que al respirar altas concentraciones produce lesiones graves a los pulmones, al ser ingerido provoca daño renal y en altas concentraciones puede producir la muerte.

- El mercurio se evapora a temperatura ambiente, sus átomos viajan y se depositan en los cuerpos de agua, donde por procesos aerobios y anaerobios se transforma en metil-mercurio, de esta manera es asimilado por los peces y otras especies de animales, además, puede atravesar la membrana placentaria, se acumula y puede provocar daño al cerebro de los neonatos. En el adulto, la ingesta y acumulación de mercurio puede provocar falta de memoria, pérdida de la visión, cambios en la personalidad, daño renal, entre otros.

- El níquel provoca alergia severa en el ser humano por su exposición y asma; al ingerirlo en el agua contaminada provoca dolor de estómago y daño a los riñones. Algunos compuestos de níquel, se sabe que son carcinogénicos.

- El manganeso en las pilas, se encuentra como dióxido de manganeso; existen estudios que sugieren efectos neurológicos, perturbaciones mentales y emocionales por su ingesta.

Respecto al plomo su exposición a largo plazo puede provocar daño al sistema nervioso, riñones, problemas de infertilidad. Los órganos de entrada son el tracto gastrointestinal, sistema nervioso, tejido gingival y ojos.

Debido a que no se tiene la certidumbre científica respecto a la relación causa-efecto de los contaminantes generados por la interacción y la exposición a dichas sustancias, es necesario investigar e informar a la población del “riesgo potencial” que representa el inadecuado manejo de los diferentes tipos pilas como residuo.

Adaptado por Espinosa de: Castro: 2004; Nordberg: (s.f) y SEMARNAT:2018

 **Actividad 1.25** Pilas, metales potencialmente tóxicos y salud

Investiga en diferentes fuentes de consulta y completa la siguiente tabla.

Puedes apoyarte en las siguientes URL:
Castro, J., Díaz, M. (2004). La contaminación por pilas y baterías en México. Gaceta Ecológica (72), 53-74, https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=53907205

Nordberg, D. et al. (s/f). Metales propiedades químicas y toxicidad. Enciclopedia de salud y Bienestar en el trabajo. http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo2/63.pdf

Tipo de pila	Sustancia (%)	Daños a la salud
	Mercurio	
	Plomo	
	Cadmio	
	Manganeso	
	Níquel	

 **Actividad 1.26** ¿Qué tipo de residuos son las pilas?

Investiga en diferentes fuentes de consulta para responder las siguientes preguntas:

Puedes apoyarte en las referencias siguientes:

Informe de la situación del ambiente en México. Compendio de estadísticas ambientales. Indicadores clave y de desempeño ambiental. Edición 2012. Capítulo 7. pp 335; que puedes consultar en laURL**:**
https://apps1.semarnat.gob.mx:445/dgeia/informe_12/pdf/Informe_2012.pdf

SEMARNAT. (2018). Guía para el consumo y manejo sustentable de pilas
https://www.gob.mx/semarnat/documentos/guia-para-el-consumo-y-manejo-sustentable-de-pilas

1. ¿Qué es un residuo de manejo especial (RME)?

   ____

   ____

2. ¿Qué es un residuo peligroso (RP)?

   ____

   ____

3. De acuerdo con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos, ¿a qué grupo o categoría pertenecen las pilas?

   ____

   ____

4. ¿Qué tipo de pilas se consideran residuos peligrosos?

   ____

   ____

c) Disposición y reciclaje de pilas y baterías: alternativa para disminuir el deterioro ambiental. Normatividad mexicana

Cada uno de los sectores que participan en el ciclo de vida de los diferentes tipos de pilas, deben conocer el marco normativo en cuanto a su clasificación, composición química, niveles permisibles de los metales presentes, clasificación como residuos, medidas para su manejo una vez concluida su vida útil, entre otras cuestiones.

De acuerdo con el Proyecto de Norma Oficial Mexicana para pilas y baterías, los límites máximos permisibles de sustancias consideradas como peligrosas como el cadmio (Cd) y el mercurio (Hg), y con el fin de reducir al máximo el impacto en el ambiente y a la salud, sin que ello afecte al buen funcionamiento de dichos dispositivos es:

Cadmio: 0.0020% de cadmio en peso (por unidad de pila)
Mercurio: 0.0005% de mercurio en peso (por unidad de pila)

 **Actividad 1.27** Normatividad Mexicana de pilas y baterías

Investiga la Normatividad Mexicana en relación a la disposición y reciclaje de pilas y baterías.
Resuelve las preguntas siguientes.

Puedes apoyarte en las siguientes URL:

Proyecto de Norma Oficial Mexicana: Proy-Nom-212-SCFI-2016, Pilas y baterías primarias-límites máximos permisibles de mercurio y cadmio-especificaciones, métodos de prueba y etiquetado en:
http://cofemersimir.gob.mx/expedientes/19042

SEMARNAT. (2018).
Guía para el consumo y manejo sustentable de pilas en https://www.gob.mx/semarnat/documentos/guia-para-el-consumo-y-manejo-sustentable-de-pilas

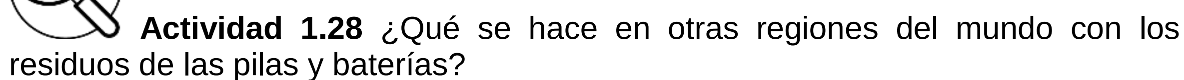
Gavilán-García, A; Rojas-Bracho, L; Barrera-Cordero, J. (2009). Pilas en México un Diagnóstico Ambiental (informe, marzo de 2009). INE en http://www2.inecc.gob.mx/descargas/sqre/pilas_diag_amb.pdf

1. ¿Qué medidas ha adoptado México para disminuir el impacto ambiental y a la salud provocado por la generación de pilas al concluir su vida útil?

____
____
____
____
____

2. ¿Qué puedes hacer como ciudadano implicado en la generación de residuos de pilas y baterías?

____
____
____
____
____
____
____



Actividad 1.28 ¿Qué se hace en otras regiones del mundo con los residuos de las pilas y baterías?

Revisa la normatividad sobre el tratamiento y/o disposición de las pilas y baterías de otros países y compara con México. Elabora tus conclusiones.

Conclusiones

Actividad 1.29 ¿Qué hacer con las pilas agotadas?

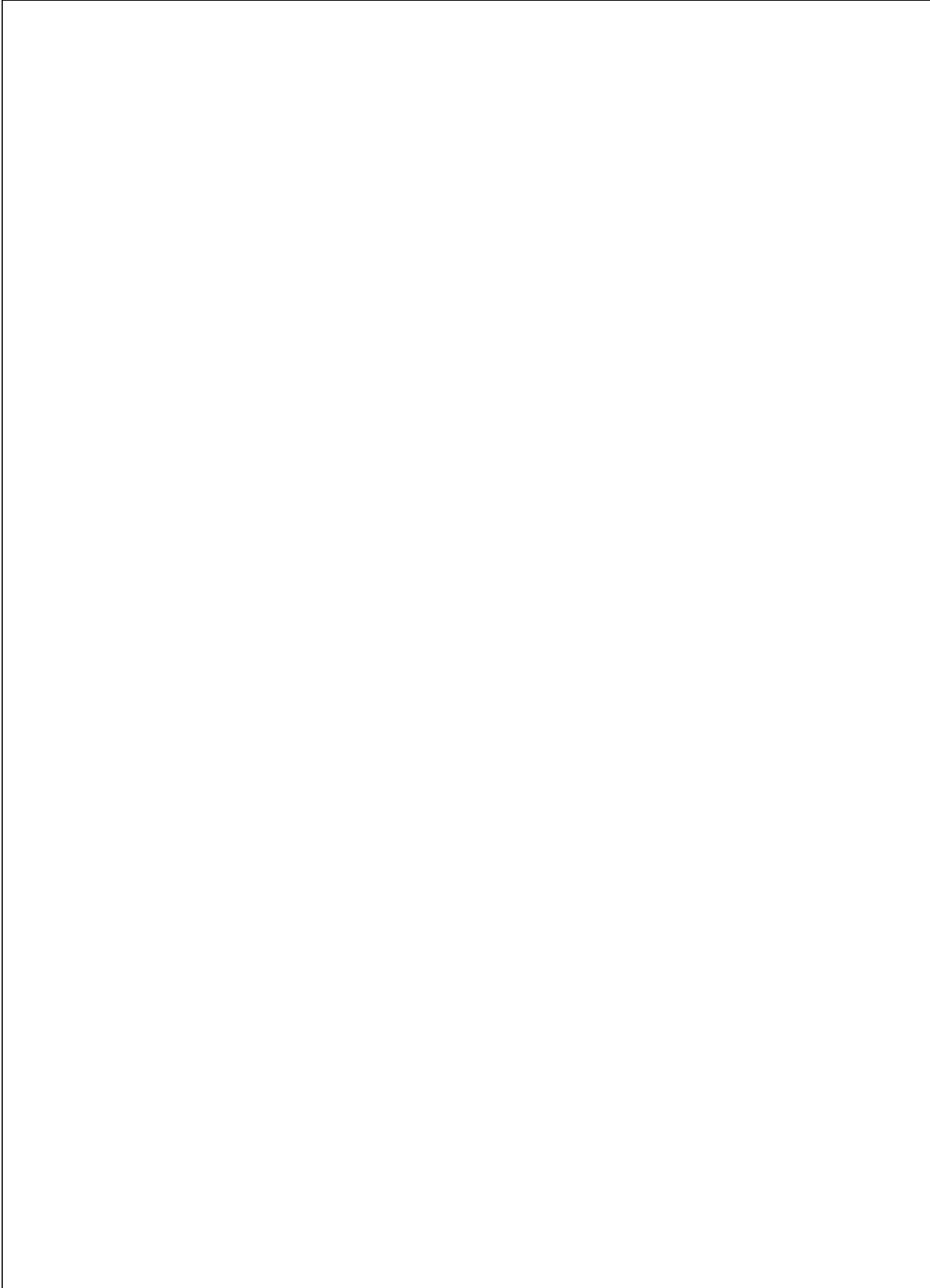
Revisa la información disponible en las siguientes URL:

Criou, J. (2012). Ponte las pilas. Fundación UNAM
www.fundacionunam.org.mx/ciencia/ponte-las-pilas/

SEDEMA. (2018). Ponte pilas con tu ciudad
https://sedema.cdmx.gob.mx/programas/programa/ponte-pilas-con-tu-ciudad

Con la información que obtuviste a través de la investigación realizada, elabora un mapa mental.

Mapa mental





AUTOEVALUACIÓN

Contesta las preguntas siguientes:

1. Los países con mayor producción y mayores reservas de litio respectivamente son:
A) E.E.U.U y Australia.
B) Chile y Argentina.
C) Zimbawe y China.
D) Chile y Bolivia.

2. Se prefiere extraer el litio de las salmueras debido a que:
A) Se emplea el método de tajo abierto y este es más sencillo.
B) El método que se emplea no depende de las condiciones atmosféricas.
C) Los costos de producción son menores que los del espodumeno.
D) Las salmueras son muy abundantes en todo el mundo.

3. Una de las causas de los problemas geopolíticos generados por la explotación del litio se debe básicamente a que:
A) Los países donde se extrae no son los que fabrican las baterías.
B) Es un elemento muy escaso en la naturaleza.
C) Se localiza en sitios recónditos de muy difícil acceso.
D) La demanda de litio es escasa.

4. De acuerdo con el balanceo redox de la siguiente ecuación química, los coeficientes estequiométricos de reactivos y productos son respectivamente _______________ y el agente oxidante es el ___________.



A) 2,5,6,2,10 / yodo.
B) 1,5,6,10,2 / cloro.
C) 1,5,6,2,10 / cloro.
D) 10,2,6,5,1/ yodo

5. Al analizar la siguiente ecuación química, se puede inferir que el:



A) Bromo se reduce porque pierde un electrón.
B) Bromo se oxida porque gana un electrón.
C) Hierro se reduce porque gana un electrón.
D) Hierro se oxida porque pierde un electrón.

6. Con base en la ecuación química balanceada. ¿Cuántos gramos de ácido nítrico (HNO_3) son necesarios para obtener 125 g de óxido de estaño (IV) (SnO_2) y ¿cuántos gramos de óxido de nitrógeno (IV) (NO_2 se formarán a partir de 75 g de estaño (Sn)? MM (g/mol): H = 1; N = 14; O = 16 y Sn = 119.



$$Sn + 4HNO_3 \longrightarrow SnO_2 + 4NO_2 + 2H_2O$$

A) 7.24 g de HNO_3 y 13.03 g de NO_2
B) 13.03 g de HNO_3 y 7.24 g de NO_2
C) 115.96 g de HNO_3 y 208.60 g de NO_2
D) 208.60 g de HNO_3 y 115.95 g de NO_2

7. Son propiedades de las pilas primarias:

A) Producen energía mediante una reacción química reversible y se constituyen de una celda.
B) Producen energía mediante una reacción química irreversible y se constituyen de varias celdas interconectadas.
C) Producen energía mediante una reacción química reversible y se constituyen de varias celdas interconectadas.
D) Producen energía mediante una reacción química irreversible y se constituyen de una celda.

8. El __________ es una sustancia que se evapora a temperatura ambiente que al llegar a los cuerpos de agua es asimilado por los peces. Puede atravesar la placenta y provoca daño a los neonatos.

A) Cadmio
B) Manganeso
C) Mercurio
D) Níquel

9. De acuerdo con el Proyecto de Norma Oficial Mexicana 2016, Proy-Nom-212-SCFI-2016, Pilas y baterías primarias-límites máximos permisibles de mercurio y cadmio-especificaciones, métodos de prueba y etiquetado, los límites máximos permisibles de mercurio (Hg) y cadmio (Cd) son respectivamente:

A) 0.002% y 0.0005%
B) 0.005% y 0.02%
C) 0.0005% y 0.02%
D) 0.0005% y 0.002%

10. Se desea construir una celda galvánica que proporcione el máximo voltaje posible, se cuenta con los siguientes metales: calcio, zinc, níquel y cobre. Tomando en cuenta su potencial estándar de reducción, elige el inciso que incluya los dos metales adecuados para lograr el propósito mencionado.

Elemento	Semirreacción	E° (V)
Calcio	$Ca^{2+}(ac) + 2e^- \rightarrow Ca(s)$	**-2.87**
Zinc	$Zn^{2+}(ac) + 2e^- \rightarrow Zn(s)$	**-0.76**
Níquel	$Ni^{2+}(ac) + 2e^- \rightarrow Ni(s)$	**-0,25**
Cobre	$Cu^{2+}(ac) + 2e^- \rightarrow Cu(s)$	**+0.34**

A) El zinc como ánodo y el níquel como cátodo.
B) El calcio como ánodo y el cobre como cátodo.
C) El zinc como cátodo y el níquel como ánodo.
D) El calcio como cátodo y el cobre como ánodo.

REFERENCIAS

Referencias bibliográficas

Briones, C., Casero, E., Martín, J., Serena, P. (2009). Nanociencia y Nanotecnología. Entre la ciencia ficción del presente y la tecnología del futuro. España: Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología.

Brown, T., LeMay, A., Bursten, B., Murphy, C y Woodward, P. (2014). Química. La Ciencia central. (12aª ed.) México: Pearson Educación.

Carreido, G., Fernández, J. y García, M. (2016). Química. Bachillerato. España: Paraninfo.

Cameán, I. (2016). *Nanomateriales de carbono: aplicación en baterías de ion-litio.* Boletín Grupo Español Carbón. Nº41, pp 15-18

De la Hoz, M., Martínez, R., Vedia, J. (2013). *El litio: desde los salares de la Puna a nuestros celulares*. *Temas BGNoa*. Vol. 3(3), pp 58-67.

Jerez, B. (2018). Impacto socioambiental de la extracción de litio en las cuencas de los salares altoandinos del cono sur. Patrocinado por: Brot für die Welt Evangelisches Werk für Diakonie und Entwicklung e. V. Caroline-Michaelis-Strade 1, 10115 Berlin, Alemania.

Tamayo, L. (2014). La minería de tajo a cielo abierto en México: una nueva forma de colonialismo. Nómadas. Vol. 44, Núm. 4

This work was conducted under the financial support of the Funding Program for World-Leading Innovative R&D on Science and Technology (FIRST), under the Cabinet Office, Government of Japan.

Valencia, A. (2016). La era del litio. Revista Colombiana de Materiales. No. 9, pp 1-10

Whitten, K., Davis, R., Peck, M y Stanley, G. (2015). Química. (10ª ed.). México: CENGAGE Learning.

Referencias electrónicas

Castro, J., Díaz, M. (2004). La contaminación por pilas y baterías en México. Gaceta Ecológica (72), 53-74. Recuperado de: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=53907205

Colegio el taller. (2017). Extracción de litio (Argentina). Recuperado de: https://www.youtube.com/watch?v=Y0BpLxqhT-w

Criou, J. (2012). Ponte las pilas. Fundación UNAM. Recuperado de: www.fundacionunam.org.mx/ciencia/ponte-las-pilas/

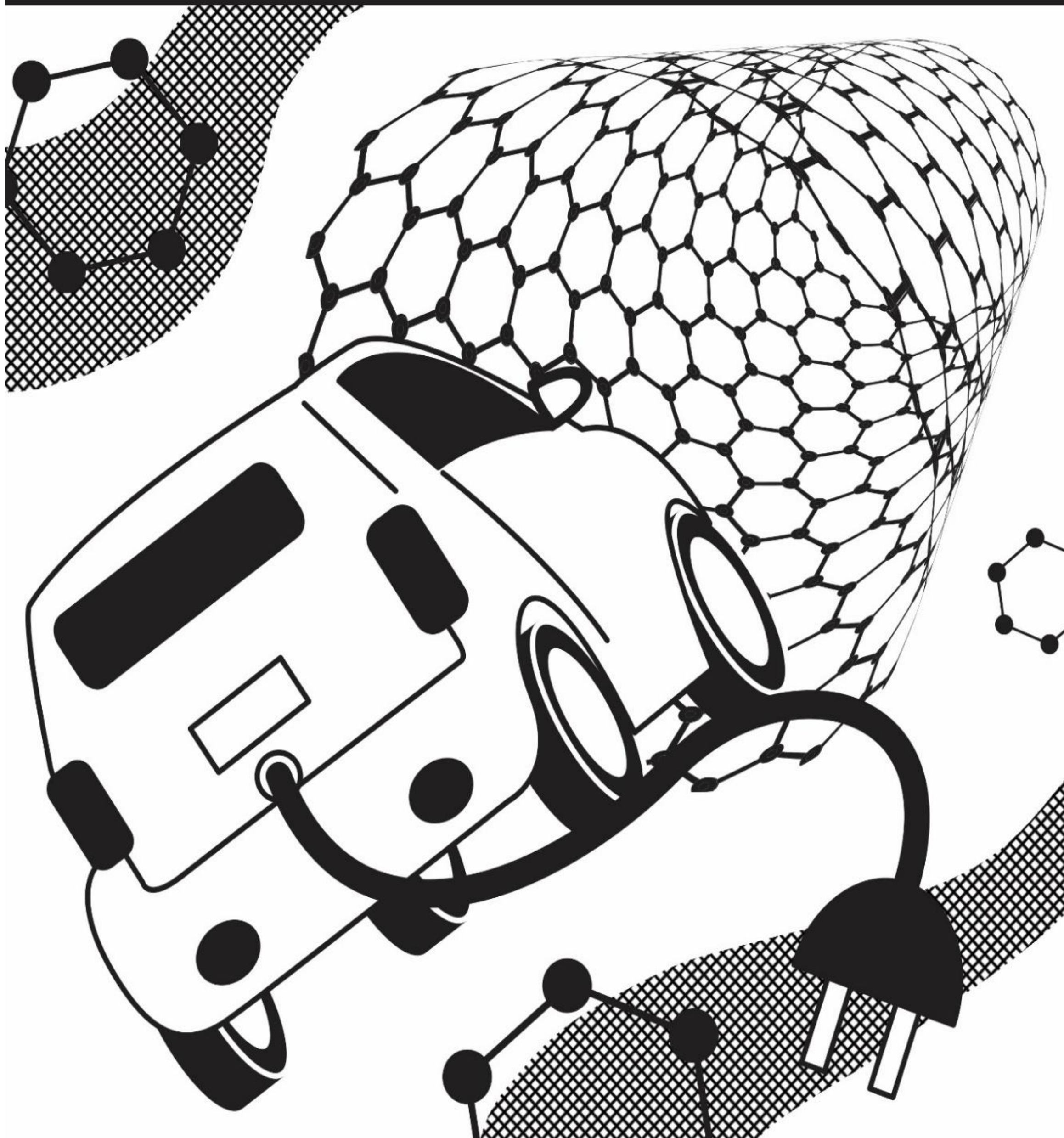
Dallanegra, L. (2010). Teoría y metodología de la geopolítica. Hacia una geopolítica de la “construcción de poder” Perspectivas teóricas. Revista Mexicana de Ciencias Políticas y Sociales, pp 15-42. Recuperado de: http://www.scielo.org.mx/pdf/rmcps/v52n210/v52n210a2.pdf

Gavilán-García, A; Rojas-Bracho, L; Barrera-Cordero, J. (2009). Pilas en México un Diagnóstico Ambiental (informe, marzo de 2009). INE. Recuperado de: http://www2.inecc.gob.mx/descargas/sqre/pilas_diag_amb.pdf

IGEO.TV. (2013). Reservas de litio en el mundo/ Lithium Reserves in the World. Recuperado de: https://www.youtube.com/watch?v=Uxz7o3p2aPw
Kent Chemistry (s/f). Voltaic cell Virtual Lab. Recuperado de: http://www.kentchemistry.com/moviesfiles/Units/Redox/voltaiccelll20.htm
Martínez, E. (2010). *Modelamiento y simulación de baterías de ion-litio*. (Tesis de maestría, Universidad Nacional Autónoma de México). Recuperado de: http://132.248.9.195/ptb2010/noviembre/0664146/Index.html
Maubert, M., Soto, L., León, A., Glores, J. Nanotubos de carbono-La era de la Nanotecnología, pp 1-10. Recuperado de: http://www.razonypalabra.org.mx/N/n68/maubert.pdf
Ministerio de Minería de Chile. *Extracción del Litio desde el Mineral.* Recuperado de: http://www.minmineria.gob.cl/extraccion-del-litio-desde-el-mineral/
Morales, L. (2012). *Propiedades Mecánicas de los Nanotubos de Carbono*. (Tesis para grado de Doctor en Ciencias). Instituto Politécnico Nacional. IPN.México, pp 1-3 y 12-16 Recuperado de: https://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/17697/1/Propiedades%20mecanicas%20de%20los%20nanotubos%20de%20carbono.pdf
Moritz, A. (2016) Los 10 Salares Más Grandes Del Mundo. Recuperado de: https://www.youtube.com/watch?v=Uxq4rBqVc8I
Nano2hybrids. (2008) Nanoseries 1/5 ¿Qué es un nanotubo de carbono? Recuperado de: https://www.youtube.com/watch?v=6k3U2rCOvVc
Nordberg, D. et al. (s.f). Metales propiedades químicas y toxicidad. Enciclopedia de salud y Bienestar en el trabajo. Recuperado de: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo2/63.pdf
Physics and Chemistry by Clear Learning (s/f). Daniell cell. Recuperado de: http://www.physics-chemistry-interactive-flash-animation.com/chemistry_interactive/daniell_cell.htm
Pilas recargables10.net (s/f) Diferencia entre pilas y baterías Recuperado de: https://www.pilasrecargables10.net/diferencias-entre-pilas-y-baterias/
Proyecto de Norma Oficial Mexicana: Proy-Nom-212-SCFI-2016, Pilas y baterías primarias-límites máximos permisibles de mercurio y cadmio-especificaciones, métodos de prueba y etiquetado. Recuperado de http://cofemersimir.gob.mx/expedientes/19042
SEMARNAT. (2018). Guía para el consumo y manejo sustentable de pilas. Recuperado de: https://www.gob.mx/semarnat/documentos/guia-para-el-consumo-y-manejo-sustentable-de-pilas
SEDEMA. (2018). Ponte pilas con tu ciudad. Recuperado de: https://sedema.cdmx.gob.mx/programas/programa/ponte-pilas-con-tu-ciudad
SITRASA. (s/f). Reciclaje de Baterías en México. Recuperado de: www.recolectoresderesiduos.com.mx/pdf/8vo-foro/RECICLAJE-BATERIAS.pdf
TV Pública Argentina (2015). Industria Argentina - Litio en Argentina. Recuperado: https://www.youtube.com/watch?v=Uxz7o3p2aPw
Visual Politik. (2017). Litio en Bolivia ¿Una nueva oportunidad perdida? Recuperado de: https://www.youtube.com/watch?v=in_CUi_cf_Y

UNIDAD 2

La nanotecnología en los vehículos eléctricos



UNIDAD II
LA NANOTECNOLOGÍA EN LOS VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

Objetivos

En esta Unidad:

- **Explicarás los conceptos de nanotecnología y nanomateriales a partir de su estructura y propiedades para entender sus aplicaciones a nivel ambiental, social y económico.**

- **Valorarás la importancia de la nanotecnología en la industria automotriz, en los procesos de eficiencia energética, a través de la comparación entre las diferentes fuentes de energía, para contribuir al desarrollo sostenible en las grandes urbes.**

- **Reflexionarás en torno a las aplicaciones de la nanotecnología en la industria automotriz, así como sus posibles implicaciones positivas y negativas, a través de la búsqueda y el análisis de la información en revistas y texto (impresos y digitales) para que seas consciente del uso de dicha tecnología.**

Introducción

Recientemente ha comenzado una revolución científica y tecnológica basada en la habilidad de manipular y organizar sistemáticamente la materia a un nivel de nanoescala. La **nanotecnología** es la creación de materiales, dispositivos y sistemas funcionales mediante el control de la materia en la escala de longitud del nanómetro (1-100 nanómetros). La nanotecnología explota nuevos fenómenos y propiedades (físicas, químicas, mecánicas y eléctricas) y promete crear nuevos productos y procesos en un amplio espectro de categorías como en la electrónica, la computación, los sensores y materiales estructurales, entre otros.

Particularmente la nanotecnología puede realizar importantes contribuciones para atender el desafío de una energía limpia a gran escala, con el fin de proporcionar soluciones mediante la manipulación de la materia y los procesos fisicoquímicos en escalas nanoscópicas. Encontrar las innovaciones necesarias para una transición a economías de energía limpia es uno de los retos principales de la nanotecnología. Una de estas innovaciones es el desarrollo del **vehículo eléctrico**, accionado por fuentes de energía eficientes y limpias tales como celdas de combustible y batería recargable.

Los fabricantes de autos eléctricos están recurriendo a la nanotecnología para conseguir nuevos dispositivos más eficientes y baratos que permitan responder a las necesidades energéticas, en un ámbito en el que el precio del petróleo y otros combustibles fósiles fluctúa, hacen más necesario que nunca, el uso de alternativas energéticas más eficientes y menos contaminantes. El desarrollo e implementación de nuevos materiales en los vehículos eléctricos, contribuye a valorar la importancia de la nanotecnología en la fabricación y uso de éstos, para alcanzar el desarrollo sostenible.

UNIDAD II
LA NANOTECNOLOGÍA EN LOS VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

2.1 Autos eléctricos, nuevo estilo de vida ¿Solución viable?

Los medios de locomoción han interesado al hombre desde tiempos inmemoriales. Al principio utilizaba animales para desplazarse, sin embargo, hicieron falta formas más eficientes para hacer largos recorridos. La invención de la rueda llevó a utilizar carros y coches tirados por caballos. Sin embargo, las innovaciones de los siglos XIX y XX revolucionaron el mundo de la locomoción de formas que el ser humano nunca habría imaginado.

a) Importancia de los autos eléctricos para el desarrollo sostenible

Tenemos que encontrar nuevas formas de producir y utilizar la energía para satisfacer nuestras necesidades de alimentación, calefacción, traslado, entre otros, que nos permitan reducir el consumo de petróleo, gas, carbón y otras fuentes que provocan el fenómeno del efecto invernadero. Una de las propuestas más interesantes es la nueva generación de automóviles eléctricos. En los primeros tiempos del automóvil, hubo una competencia por hacer funcionar el motor de combustión interna. A un siglo, la competencia sigue, pero ahora para mejorar los autos eléctricos y lograr la sostenibilidad energética; al parecer, la clave para lograrlo será el uso de la nanotecnología.

**Actividad 2.1** El automóvil: su pasado y su futuro.

1. Realiza la lectura siguiente:

La historia del automóvil

Los primeros automóviles fueron inventados en la segunda mitad del siglo XVII, surgen a raíz del uso de la máquina de vapor; sin embargo, los autos con motores a vapor tenían muchos problemas, entre ellos el excesivo tiempo de calentamiento inicial, por lo que comenzó la búsqueda de sustitutos.

En 1815 J. Bozek construyó un auto con motor propulsado con aceite, y R. Anderson inventó el primer auto propulsado por celdas eléctricas no recargables entre 1832 y 1839. En 1861 Nikolaus August Otto patenta el motor de combustión interna de dos tiempos, y en mayo de 1876 construye el primer motor de cuatro tiempos.

En 1883 el ingeniero alemán Karl Benz crea la Benz & Company y construye su primer modelo en 1885, el cual es producido en 1888. Este vehículo fue equipado con un motor de combustión interna y logró recorrer una distancia de 80 km.

Para inicios del siglo XX la producción masiva de automóviles había comenzado en Francia y Estados Unidos con las primeras compañías francesas (Panhard et Levassor, Peugeot y Renault) y americanas (Ford). También ingresan a la competencia la fábrica italiana Torino (FIAT). Sin embargo, los primeros vehículos eran muy caros y sólo estaban al alcance de una minoría. La situación cambió en 1908 cuando Henry Ford comenzó a producir automóviles en serie de su modelo Ford T. Este modelo revolucionó la industria del automóvil ya que redujo los costos y el tiempo de fabricación.

Para esa época la hegemonía en cuanto a la producción de automóviles era clara, los principales productores eran Estados Unidos, Francia, Gran Bretaña, Alemania e Italia. A pesar de que Alemania nunca fue el primer productor de automóviles, en 1938, Ferdinand Porsche construyó el considerado por muchos el “automóvil del siglo XX”, el Volkswagen Käffer, también conocido como *Escarabajo*. Este auto fue construido a petición de Adolfo Hitler.

Durante la Segunda Guerra Mundial la producción de autos se detiene y las fábricas se dedican a la manufactura de material bélico. Concluida la guerra, hasta nuestros días, se ha buscado el desarrollo de autos más rápidos, más seguros, eficientes y menos contaminantes. En 1960 la motorización comenzó en serio en Japón con un nuevo fabricante, Honda. Ya para la década de 1980 entraron al mercado los autos japoneses con un nuevo reto, construir vehículos híbridos con motores eléctricos y de combustión interna.

Actualmente los motores de combustión interna son ampliamente utilizados en los vehículos los que, al utilizar combustibles líquidos o gaseosos, contribuyen a la contaminación atmosférica y al aumento de bióxido de carbono (CO_2) en la atmósfera, lo que acrecienta el efecto invernadero y el calentamiento global en nuestro planeta. En la década de 1990, los automóviles debían cumplir con una normativa ambiental más severa y también ser competitivos por su costo en el mercado mundial.

Al presente se buscan nuevas tecnologías para la mejora de la eficacia del combustible, la reducción de las emisiones y el aumento en la producción de autos. La seguridad del automóvil también es un aspecto de suma importancia. En el presente siglo se habla de autos sin necesidad de conductor, motores de hidrógeno y una infinidad de ideas futuristas. El automóvil es un invento muy reciente dentro de nuestra historia y promete continuar durante muchos años, pero con características distintas y mejores, de forma inimaginable.

Los expertos coinciden en señalar que los automóviles dentro de veinte años serán muy distintos a los de ahora, navegación a bordo, materiales ultraligeros, motorización eficiente, seguridad total ante el choque, transferencia de tecnología aeronáutica, es decir, el automóvil inteligente; estos son algunos de los temas clave para el auto del siglo XXI pero, sobre todo, se busca el desarrollo sostenible.

Adaptado por Huerta, P. (2019) de: La historia del automóvil (S/F).

2. Como observaste en la lectura anterior a través del tiempo los autos han tenido ciertas particularidades; en el futuro, ¿qué características consideras que debe tener el automóvil para que pase a la historia como *"El auto del siglo XXI"*? Para contestar esta pregunta toma en cuenta los siguientes aspectos:

   a) Obtención de energía para mover los autos de esta época. ¿Perdurará el motor de combustión interna? ¿Cómo lograr motores más eficientes y menos contaminantes?

   b) Mejoras en la fabricación de autos con materiales ligeros, seguros, limpios, económicos y resistentes.

   c) Disminución de los costos para lograr que un sector considerable de la población pueda adquirirlo.

   d) Importancia de la tecnología utilizada para lograr un bajo índice de contaminación, como factor que contribuya a la disminución del calentamiento global.

   Con tu respuesta llena el cuadro siguiente:

"El auto del siglo XXI" debe contar con…

Puedes encontrar más información del tema si visitas las siguientes URL:

Los autos eléctricos y el desarrollo sustentable
https://www.lanacion.com.ar/1180433-los-autos-electricos-y-el-desarrollo-sustentable

Los grandes del automóvil se unen para impulsar el coche de hidrógeno en Europa. https://www.eleconomista.es/ecomotor/motor/noticias/5685346/04/14/Los-grandes-del-automovil-se-unen-para-impulsar-el-coche-de-hidrogeno-en-Europa.html

Y el artículo:

Sachs, J. (2009). Los coches eléctricos y el desarrollo sostenible. Revista de Humanidades. http://www.dendramedica.es/revista/v8n2/los_coches_electricos_y_el_desarrollo_sostenible.pdf

b) Tipos de vehículos eléctricos: de Batería (BEVs), Híbridos (HEV), Autonomía extendida (E-REV). Características, ventajas y desventajas

Desde hace algunos años, la industria automotriz ha centrado sus esfuerzos en fabricar productos cada vez más eficientes y respetuosos con el ambiente. El creciente interés en desarrollar modelos eléctricos ha desencadenado un gran trabajo de desarrollo de nuevos materiales y tecnologías más eficientes. La reducción de peso y la disminución del consumo eléctrico se han convertido en factores clave para conceder cada vez más autonomía a este tipo de vehículos.

En los últimos años, el mundo del automóvil ha evolucionado de forma notable: híbridos, eléctricos, de hidrógeno como combustible, son términos que han ido apareciendo a medida que se iban implementando nuevas tecnologías en el sector automotriz. Existen distintas siglas para denominar a cada tipo de vehículo eléctrico, mencionaremos tres.

- BEV (*Battery Electric Vehicle*) Vehículo Eléctrico de Batería.

  Este tipo de coche es totalmente eléctrico y es propulsado por uno o varios motores eléctricos que son alimentados por la energía almacenada en un paquete de baterías, en su mayoría de ion-litio. Para obtener la autonomía en el auto y circular es necesario conectar el vehículo a la red eléctrica para recargar sus baterías.



Figura 2.1 Vehículo eléctrico de batería
(Esquivel, 2019)

- HEV (*Hybrid Electric Vehicle*) Vehículo Híbrido Eléctrico.

  Los autos híbridos eléctricos también se les conoce como híbridos convencionales. Estos autos combinan el uso de un motor de combustión interna, en la mayoría de los casos de gasolina, con uno o varios motores eléctricos. También contienen un paquete de baterías que se auto-recargan gracias al motor térmico y el sistema de recuperación de energía de frenado.

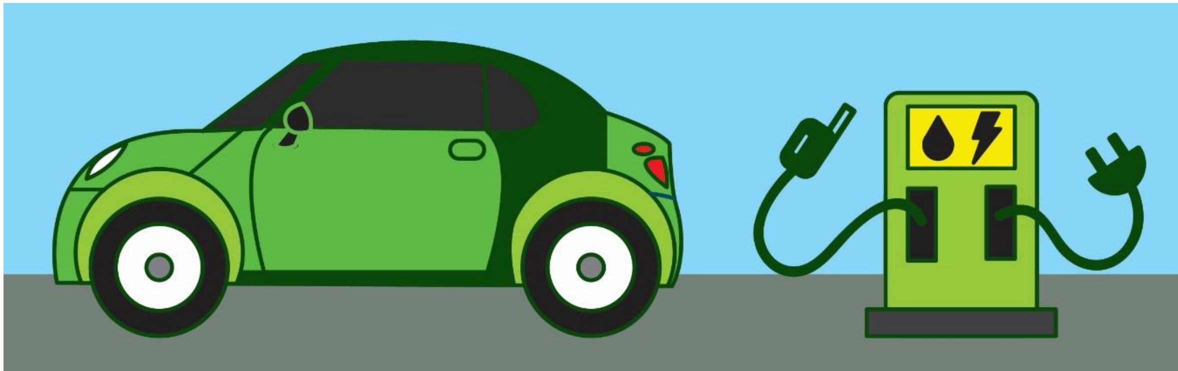


Figura 2.2 Vehículo eléctrico híbrido
(Esquivel, 2019)

- E-REV (*Extended Range Electric Vehicle*) Vehículos Eléctricos Enchufables de Autonomía Extendida. También se les suele denominar PHEV (*Plug in Hybrid Electric Vehicle*) Vehículo Híbrido Eléctrico Enchufable.

  Los autos híbridos enchufables cuentan con un motor de combustión interna y uno o varios motores eléctricos, así como un paquete de baterías de ion-litio. Estos vehículos permiten al conductor circular en modo totalmente eléctrico ofreciendo cierta autonomía, usar únicamente el motor de combustión u optar por el modo híbrido para disponer de las máximas ventajas. A diferencia de los coches híbridos eléctricos, los enchufables tienen que ser conectados a la red eléctrica para recargar de forma rápida y efectiva sus baterías.



Figura 2.3 Vehículo eléctrico enchufable.
(Esquivel, 2019)



Actividad 2.2 ¿Qué auto eléctrico elegir?

1. Para complementar la información sobre los vehículos eléctrico visita las siguientes URL, una vez que lo hagas, llena el cuadro correspondiente.

   Autos eléctricos: un futuro sustentable
   https://www.portalautomotriz.com/noticias/automotriz/autos-electricos-un-futuro-sustentable

   Todo sobre el coche eléctrico
   https://www.electrocoches.eu/

   Los diez coches eléctricos con más autonomía del mercado.
   https://www.autobild.es/reportajes/los-diez-coches-electricos-con-mas-autonomia-mercado-222905?page=2

   Los 12 coches eléctricos que llegarán antes de 2020: autonomía, precios y marcas. https://www.motorpasion.com/coches-hibridos-alternativos/12-coches-electricos-que-llegaran-antes-2020-autonomia-precios-marcas

Tipo de automóvil	Pros	Contras	Marcas
BEV (*Battery Electric Vehicle*)			
HEV (*Hybrid Electric Vehicle*)			
E-REV (*Extended Range Electric Vehicle*)			

2. Con la información vertida en el cuadro anterior y después de analizar las características particulares de cada tipo de auto eléctrico, ventajas y desventajas de cada uno de ellos, haz una propuesta, ¿cuál o cuáles autos consideras serán la mejor opción para un uso cotidiano en la Ciudad de México con el menor impacto ambiental?

____

____

____

Argumenta tu respuesta.

____

____

____

____

____

____

____

____

____

____

____

____

____

____

____

____

____

____

c) Costo−beneficio de los automóviles eléctricos vs los de combustión

Actualmente empresas automotrices de todo el mundo están en la búsqueda de una tecnología más limpia, eficiente y barata para un mejor aprovechamiento de energía en los automóviles; para lograrlo, se considera a la nanotecnología como una herramienta que puede cumplir con estas expectativas, no sólo energéticas sino de todo tipo.

 **Actividad 2.3** Para estar informados.

1. Lee las siguientes noticias sobre el impacto ambiental y las ventajas de los autos eléctricos en las siguientes URL:

   Échale un vistazo: pros y contras de los autos eléctricos”:
   http://www.eluniversal.com.mx/articulo/autopistas/2016/03/11/echale-un-vistazo-pros-y-contras-de-los-autos-electricos

   Estos son los beneficios y la oferta de vehículos híbridos y eléctricos en México”:
   https://www.unocero.com/autos/estos-son-los-beneficios-y-la-oferta-de-vehiculos-hibridos-y-electricos-en-mexico/

2. Realiza una búsqueda más en la Web de una noticia sobre este tema y compártela en el siguiente espacio:

3. De acuerdo con las noticias y con tus propias palabras, completa las siguientes imágenes:

   a) Los beneficios de los vehículos eléctricos para una movilidad sostenible son:

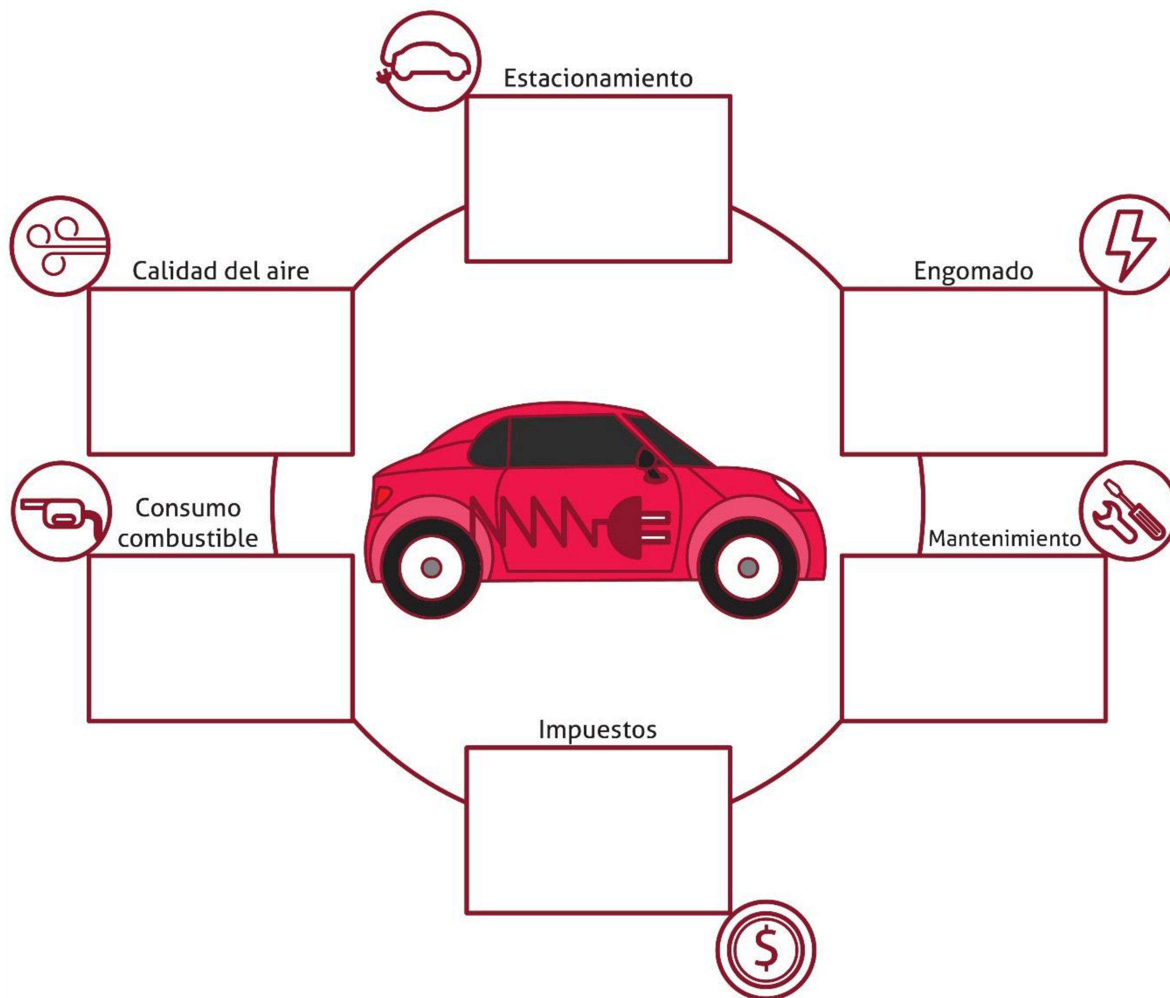


Figura 2.4. Beneficios de los vehículos eléctricos
(Esquivel, 2019)

b) Sin embargo, aún hay que considerar que los vehículos eléctricos tienen las desventajas siguientes:

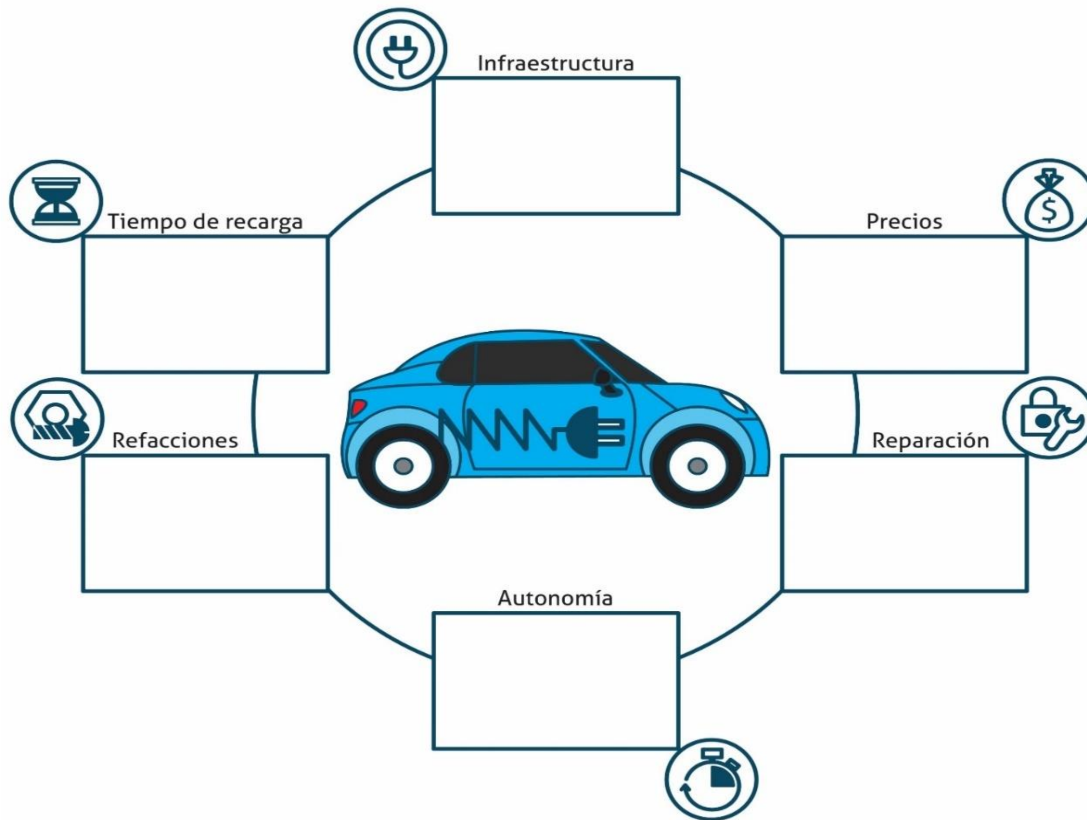


Figura 2.5 Desventajas de los vehículos eléctricos
(Esquivel, 2019)

3. Realiza un balance de los beneficios y costos de los vehículos eléctricos como una posibilidad para que aumente el número de éstos en el parque vehicular de la Ciudad de México. ¿Consideras importante el impulso de estos vehículos?, ¿por qué?

____

____

____

____

____

____

____

____

____

2.2 Nanociencia y nanotecnología: ciencia

La civilización actual es el resultado de la modificación del entorno, lo que ha permitido lograr beneficios a la humanidad. Un ejemplo de ello, es la importante transformación que se ha hecho a la materia, gracias al desarrollo de la Nanociencia y Nanotecnología. Un campo vasto del conocimiento, que ha provocado cambios en diferentes áreas del saber humano.

a) Nanomateriales en el transporte sostenible

El ser humano para mejorar sus condiciones de vida y causar un menor impacto en el ambiente se ha visto en la necesidad de transformar su entorno, a partir de múltiples avances en la ciencia y tecnología, un ejemplo de ello, es su incursión en la nanociencia y la nanotecnología que aportan nuevas soluciones en las diferentes formas de transporte mediante el uso de nanomateriales.

**Actividad 2.4** Nanomateriales en el transporte sostenible

Revisa las siguientes URL y realiza la lectura del texto que se muestra a continuación. Identifica los beneficios que los nanomateriales aportan al transporte actual y en un futuro.

El sector automotriz y los nanomateriales
http://revistaelectronica-ipn.org/Contenido/18/TECNOLOGIA_18_000507.pdf

Nanotecnología, nanociencia. Nanotecnología y la exploración espacial
http://www.portalciencia.net/nanotecno/nanonasa1.html

Nanociencia y nanotecnología I. El lento despertar de la Nanotecnología en España.
http://www.nanospain.org/files/papers/revista34_Madri+d.pdf

Nanomateriales, el futuro automotriz

Si bien parecen eventos para un futuro lejano, los casos de aplicaciones concretas por parte de diversas empresas muestran que el uso de nanomateriales está a pocos años de ser masivo.

Un caso es la empresa estadounidense Boeing Company, que ha trabajado en el desarrollo de compuestos de nanoestructuras para aligerar el peso del fuselaje de su avión 787. Según informó la empresa, esta aeronave estará hecha de un 50% de metal y el resto de materiales compuestos, que no son más que

laminados hechos con fibras de carbono y resinas, cuyos beneficios, al reducir su peso, significarán alcanzar velocidades de 900 km/h; reducir el consumo de combustible en 20% y los costos de mantenimiento en 30%. Además, la presurización será menor, y habrá más oxígeno y humedad al interior.

Por lo tanto, la nanotecnología, manipulación de la materia a escala nanométrica ha sido uno de los descubrimientos de mayor trascendencia en nuestros días, tanto, que hay quienes consideran que ha dado comienzo una nueva revolución industrial. Los experimentos realizados por todo el mundo a partir de la combinación de los materiales actuales con nanomateriales (nanoarcillas, nanotubos de carbono, fulerenos, nanofibras, nanogranos, entre otros), ha llevado a crear un compuesto a base de nanotubos de carbono que es 100 veces más resistente que el acero y seis veces más ligero que el aluminio. Al respecto, la compañía Toyota ha sido una de las automotrices más adelantadas en la experimentación con nanotecnología. Hace más de una década introdujo en la industria automotriz un compuesto de nailon con nanoarcillas en las bandas del engranaje de distribución, logrando mayor estabilidad y resistencia al calor.

Por su parte, la automotriz estadounidense, General Motors (GM), también ha introducido nanomateriales en diversos componentes de algunos de sus modelos. Concretamente en 2002, utilizó 3% de nanoarcillas y termoplásticos (*Thermo Plastic Olefin*, TPO, por sus siglas en inglés) en las camionetas Safari y Chevrolet Astro, con lo que obtuvo una reducción de 3 a 21% del peso de esos componentes. En 2005, decidió aplicar siete libras de nanocompuestos en el puente central del techo, los paneles de sellado y el protector de las barras de portaequipaje.

La Volkswagen, automotriz alemana, no se queda atrás, pues su equipo de investigación en materiales ha persiguiendo el sueño de tener superficies libres de polvo al interior y exterior de los autos, así que inició proyectos para lograr superficies antipolvo e impermeables. Un ejemplo de ello, es la aplicación de nanocompuestos a parabrisas, ventanas y espejos para evitar que se empañen bajo ciertas condiciones climatológicas y busca crear un cristal que automáticamente elimine el efecto de horno que ocurre cuando el coche se estaciona bajo el sol.

Pero más allá de los avances estéticos y de desempeño que está aportando la nanotecnología a las industrias automotriz y aeroespacial, están los beneficios de la seguridad, pues al contar con materiales más resistentes e inteligentes será posible evitar accidentes. Significa entonces que la adopción de ésta irá acompañada no sólo de menores costos de producción y precios al público, sino de confort y, sobre todo, seguridad, ya que además sus componentes serán más amigables con el ambiente, pues disminuirían las emisiones de dióxido de carbono (CO_2).

Para el conductor, el hecho de que el vehículo detecte situaciones de riesgo y actúe automáticamente en consecuencia, le facilite la visibilidad de su entorno (faros inteligentes, limpiaparabrisas automáticos, eliminación automática del vaho en los cristales) es algo muy valorado y que además tiene que ver con la seguridad , como lo señala Román Ganzer, coordinador del Círculo de Innovación en Materiales, Tecnología Aeroespacial y Nanotecnología (Cimtan) del Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA), con sede en Madrid, España.

En suma, la nanotecnología puede aportar soluciones a todas las necesidades de estos sectores, porque permite mejorar los sistemas existentes y/o dar opciones totalmente nuevas que no son posibles sin el tratamiento de la materia en la escala nanométrica.

Adaptación de Peláez (2019): Nanomateriales, el futuro automotriz (s/f)



Actividad 2.5 Completa la tabla siguiente con base en la información de la lectura y las páginas que se indicaron.

Enuncia las soluciones que aportan actualmente los nanomateriales para las distintas formas de transporte más eficientes y respetuosos con el ambiente	**Enuncia las futuras soluciones que aportarán los nanomateriales para las distintas formas de transporte más eficientes y respetuosos con el ambiente**
Ejemplo: El uso de nanomateriales para aligerar el peso del fuselaje de aviones reduce su peso y con ello, el consumo de combustible.	Ejemplo: El uso de nanomateriales en las pilas de hidrógeno para reemplazar a los motores de combustión.

Gracias a los convertidores catalíticos, a los que también se les llama catalizadores, las emisiones de gases contaminantes producidas por los automóviles al utilizar la gasolina, se reducen hasta en un 80 %. Mediante reacciones químicas el convertidor catalítico acaba de quemar dichos gases, por ejemplo, a los hidrocarburos que escaparon a la combustión o el monóxido de carbono, al que termina de oxidar. Así, al entrar estos gases, la función del convertidor catalítico es producir dióxido de carbono y agua al tener contacto con partículas pequeñas de metales preciosos como son el platino, paladio y el rodio, reduciendo las emisiones de gases altamente contaminantes al ambiente.



Actividad 2.6 Nanomateriales en los convertidores catalíticos de los vehículos de combustión

1. Analiza las siguientes URL y escribe en el cuadro, cuál es el uso de los nanomateriales en los vehículos de combustión.

   Ciencia UNAM. Convertidores catalíticos de autos disminuyen emisiones de gases contaminantes.
   http://ciencia.unam.mx/leer/459/Convertidores_cataliticos_de_autos_disminuyen_emisiones_de_gases_contaminantes

   Catalizadores para la protección del medio ambiente.
   https://dspace.unia.es/bitstream/handle/10334/2521/07cordero_rodriguez.pdf?sequence=1

   Nanomateriales en el sector de la automoción.
   https://www.fundacionmapfre.org/documentacion/publico/i18n/catalogo_imagenes/imagen_id.cmd?idImagen=1110071

   El platino, el paladio, el rodio y su papel en la industria del automóvil.
   https://oroinformacion.com/el-platino-el-paladio-el-rodio-y-su-papel-en-la-industria-del-automovil/

2. Con base en la información, contesta las preguntas siguientes: Si consideras necesario, consulta otras fuentes de carácter confiable.

   a) ¿Qué es un convertidor catalítico?

   ____

   ____

   ____

   ____

   ____

b) ¿Cuáles son las funciones de un convertidor catalítico en los automóviles que utilizan combustibles fósiles?

____

____

____

____

c) ¿Qué reacciones químicas se llevan a cabo en éste?

____

____

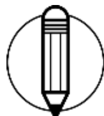
____

____

d) ¿Qué nanomateriales se utilizan en un convertidor catalítico y qué ventajas le dan?

b) Origen de la nanotecnología. Antecedentes históricos.

La **nanociencia** básicamente es el estudio de los procesos que ocurren en estructuras de un tamaño de 1 a 100 nanómetros, éstas se conocen como nanoestructuras. En tanto, que la **nanotecnología**, estudia, realiza el diseño y fabricación de materiales a escalas nanoscópicas y les da aplicaciones prácticas



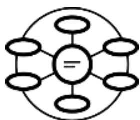
Actividad 2.7 Diferencia entre nanociencia y nanotecnología.

En la siguiente tabla se muestran varios enunciados, escribe en el espacio respectivo si se refiere a nanociencia o a nanotecnología. Para ello consulta las páginas 4 y 5 del documento en la siguiente URL:

Preguntas y respuestas sobre el mundo nano.
https://www.cnyn.unam.mx/archivos/libro/preguntasmundoNano.pdf

Enunciado	Nanociencia/nanotecnología
Comprende la capacidad de construir y manipular objetos a nivel nanométrico.	
Se sustenta en la mecánica cuántica para modelar, predecir y explicar propiedades de los materiales que se observan experimentalmente.	
A futuro esta ciencia tendrá impacto en aplicaciones de materiales en la vida cotidiana, por ejemplo, en la vivienda, salud, transporte, entre otros.	
Investiga diferentes parámetros como temperatura y presión bajo los que se pueden obtener nanomateriales	
Se encarga de estudiar las propiedades fisicoquímicas de materiales a escala nanométrica.	
Las compañías aeroespaciales como Boeing y Aerobus utilizan materiales hechos de fibras de carbono para construir aviones muy resistentes y además livianos.	

Richard Feyman es considerado como el padre de la nanociencia y la nanotecnología ya que 1959, hizo los planteamientos siguientes: “Hay mucho espacio en el fondo” y que las leyes de la física no impedían manipular la materia átomo por átomo, pues para hacerlo existían un universo de posibilidades. Esto fue posible por primera vez con el invento del microscopio de efecto túnel, STM (del inglés *scanning tunneling microscope*), porque éste dio lugar a la posibilidad de manipular a la materia a nivel atómico y a partir de esto se inició el desarrollo de la nanotecnología.



Actividad 2.8 Antecedentes históricos de la nanociencia.

Elabora una línea del tiempo con los hechos históricos más relevantes de la nanociencia y/o nanotecnología, para ello consulta la URL:

La nanotecnología a 40 años de su aparición: Logros y tendencias”. CIIDIT, FIME-UANL (Centro Multidisciplinario E Integrador, Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica – Universidad Autónoma de Nuevo León)
http://eprints.uanl.mx/10563/1/66_la_nanotecnologia.pdf
Considera los datos que se indican a continuación:

- Fechas, que te pueden servir como guía: siglo IV a.C., décadas de los sesenta y ochenta, 1974, 1985, 1991, 1993, 1994, 1997, 1998, 2014. Si destaca alguna otra fecha relevante considérala en la línea del tiempo.
- Personaje o personajes que hicieron aportaciones a la nanociencia y/o nanotecnología.
- Explicación breve de por qué consideraste significativa la aportación.
- Referencias. Si así lo consideras se pueden consultar otras fuentes de información.

Línea del tiempo

c) Dimensiones en la nanotecnología. Tablas comparativas de los diámetros de las nanopartículas

El prefijo nano- proviene del latín *nanus*, que significa "enano". Un nanómetro se abrevia nm y es una milmillonésima parte (1/1 000 000 000) de metro ($1X\ 10^{-9}$). Para darnos una idea de este tamaño, a manera de ejemplo, tenemos que un cabello humano tiene un diámetro aproximado de 75 000 nm y el de un glóbulo rojo es de 3 000 nm. En el diámetro de un cabello caben 23 glóbulos rojos en fila. Asimismo, las equivalencias de 1 000 000 de nm son igual a 1 mm o 1000 nm a 1µm (micra o micrón).



Actividad 2.9 Comparación de dimensiones de distintos objetos desde el nivel macroscópico, microscópico y nanoscópico

1. Con base en el siguiente texto, calcula en nanómetros el tamaño de los objetos que se indican en tabla.

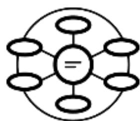
Objeto	**Tamaño del objeto**	**Cálculo del tamaño de los objetos en nm**
Diámetro del ácido desoxirribonucleico (ADN)	2 5 x 10^{-6} mm	
Hormiga	5 mm	
Diámetro del ATP (adenosín trifosfato)	0.01 µm	
Cabeza de un alfiler	2 µm	
Componente de un chip	10 µm	
Fulereno de carbón	1 x 10^{-6} mm	
Nanotubo de carbón	2 x 10^{-6} µm	

2. En la siguiente tabla ordena los objetos de mayor a menor tamaño, de acuerdo con los resultados obtenidos.

Objeto	**Tamaño del objeto en nm**

d) Electrones en el plano nanoscópico

Los materiales nanoestructurados y las nanopartículas, tienen los movimientos de los electrones obstaculizados al estar sometidos en un confinamiento electrónico y en consecuencia manifiestan propiedades electrónicas, electromagnéticas, magnéticas, eléctricas, entre otras, diferentes a las partículas que tienen mayor tamaño del mismo material, porque al reducir las partículas a tamaños muy pequeños se modifica su estructura electrónica.



Actividad 2.10 El confinamiento cuántico en sistemas nanoscópicos

1. En el siguiente texto subraya los conceptos principales

Confinamiento Cuántico en sistemas nanoscópicos

Cuando los electrones se encuentran restringidos para moverse en una región muy pequeña, se dice que están confinados. Y cuando esta región es tan pequeña que es comparable a la longitud de onda asociada al electrón (llamada longitud de De Broglie), entonces comienzan a observarse lo que se denomina "comportamiento cuántico", el cual no se explica con los conceptos de la física clásica, pero sí, con los conceptos de la mecánica cuántica. Este es el caso de longitudes del orden de décimas de micrón al nanómetro.

Un ejemplo de confinamiento cuántico son los electrones de los átomos, en especial los que están más cerca del núcleo, ya que éstos son atrapados por la interacción electromagnética, debido a que el electrón tiene carga negativa y el núcleo positiva.

Durante la segunda década del siglo pasado, con las aportaciones de Heinsenberg, Schödinger, Born y otros científicos, se desarrollaron los conceptos fundamentales de la mecánica cuántica. Con ésta, era posible explicar experimentos que indicaban que la luz y los electrones se comportaban como partículas y otros se explicaban atribuyéndoles comportamiento ondulatorio. Así la mecánica cuántica, que es la base de la electrónica moderna, plantea asociar una partícula, por ejemplo, el electrón con una función de onda.

Por otra parte, la mecánica cuántica establece que una partícula, por ejemplo, el electrón confinado en una región muy pequeña del espacio, no puede encontrarse en cualquier estado, sino que tienen valores determinados y se dice que sus energías están cuantizadas.

Con base en el conocimiento anterior es posible fabricar estructuras artificiales, en las que los átomos se depositan capa por capa y se estructuran siguiendo arquitecturas prediseñadas. A continuación, se mencionan confinamientos de electrones en nanoestructuras.

Confinamiento de electrones en la nanoescala

1) **Pozos cuánticos**, en este caso los electrones están confinados en una dirección solamente (por ejemplo en la dirección z), mientras que en las otras dos (x, y) se mueven libremente, gracias a un apilamiento de capas de átomos diferentes, por ejemplo GaAs (arseniuro de galio) entre dos capas de AlGaAs (arseniuro de galio-alumnio). Esta confinación se lleva a cabo en un material semiconductor.

2) **Alambre cuántico**, Son muy parecidos a los alambres que conocemos, sólo que, con dimensiones muy pequeñas, entre 1 y 100 nm (nanómetros) y su largo llega hasta μm (micrómetros). Pueden ser diversos materiales. Por ejemplo, el arseniuro de galio (GaAs) o compuestos como fosfuro de indio (InP) o arseniuro de indio (InAs) o con ambos. La unión adecuada de estos materiales ha dado como resultado la fabricación de dispositivos electrónicos como nanodiodos y nanotransistores.

3) **Puntos cuánticos**, un punto cuántico es un dispositivo artificial muy pequeño o una región del espacio de dimensiones muy pequeñas, desde algunas decenas de nanómetros hasta algunos micrones, que es capaz de confinar electrones en las tres dimensiones espaciales. Usualmente están fabricados con material semiconductor y pueden albergar desde ninguno a varios miles de electrones que forman órbitas de una manera muy similar a las de los átomos, por lo que a veces se les denomina “átomos artificiales”. Sin embargo, los puntos cuánticos no tienen núcleo y pueden conectarse fácilmente a circuitos para estudiar sus propiedades o usarlos como dispositivos electrónicos. Su aplicación potencial es en la computadora cuántica.

Adaptación de Peláez (2019): Fainstein A., Halberg K (2017) Confinamiento cuántico en sistemas nanoscópicos.CNEA.

2. Elabora un mapa conceptual con los conceptos que subrayaste en el texto anterior.

2.3 Comprendiendo la naturaleza de la tecnología

a) Modelo atómico derivado de la ecuación de onda de Schrödinger

En 1927 Erwin Schrödinger propuso una ecuación que describe al electrón como una onda, así inició lo que se conoce como mecánica cuántica. Resolver dicha ecuación, mediante cálculo avanzado, origina algunas funciones matemáticas denominadas funciones de onda de las cuales se obtienen los orbitales. Un orbital atómico es una región que representa la mayor probabilidad de encontrar a un electrón en un determinado momento. Dicha probabilidad se conoce como densidad electrónica.

Cada orbital describe una densidad electrónica específica, por lo que tiene una energía y forma particular. El modelo atómico derivado de la mecánica cuántica trajo tres números denominados cuánticos, que, sumados al número cuántico principal, surgido del modelo de Bohr, forman los cuatro números cuánticos.



Actividad 2.11 Números cuánticos

1. Para conocer mejor los números cuánticos revisa el video:

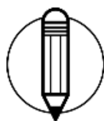
   Química: Números cuánticos, disponible en la URL:
   https://www.youtube.com/watch?v=3WtioEcU2Vo

2. Completa la siguiente tabla de acuerdo a lo que leíste y revisaste en el video:

Valores de *n*	**Posibles valores de *l***	**Subnivel**	**Posibles valores de *m***	**Orbitales en el subnivel**	**Orbitales totales**
1					
2					
3					
4					

b) Orbitales atómicos y modelos de hibridación, base de la estructura de los nanotubos de carbono y los fulerenos C_{60} (sp^3, sp^2, sp)

¿Qué forma tienen los orbitales atómicos? Es importante saber que cada orbital atómico tiene una forma diferente. Los orbitales *s* son esféricos, los orbitales *p*, *d* y *f* distribuyen su densidad electrónica en diversos espacios alrededor del núcleo, a estos espacios se les denominan lóbulos. ¿Qué forma tiene un lóbulo?



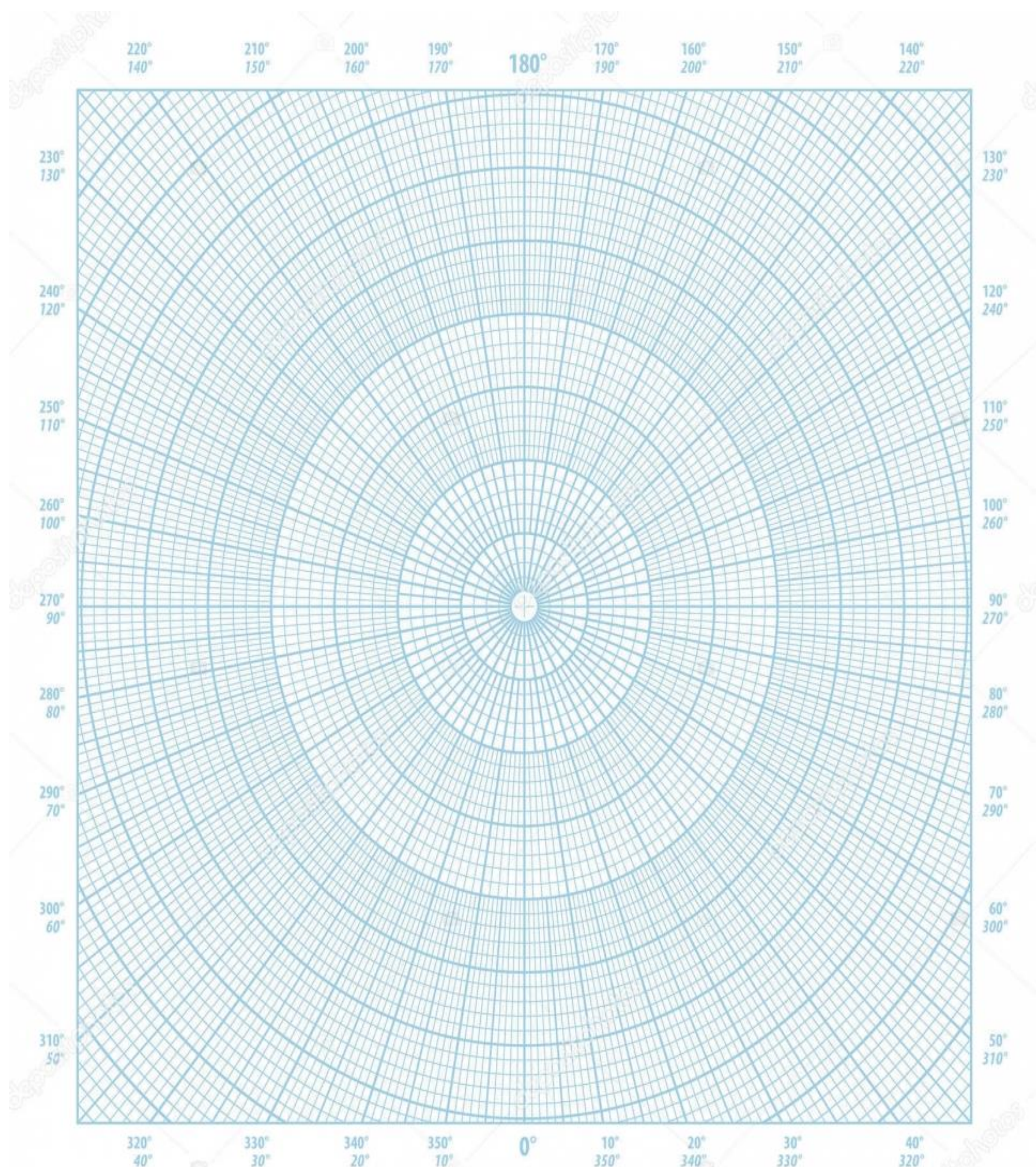
Actividad 2.12 Graficando los orbitales atómicos

1. Grafica el orbital p_z y p_z^2 en coordenadas esféricas polares. La función del orbital es: $p_z = (\frac{3}{4\pi})^{1/2} cos\theta$, donde p_z representa al orbital y θ es el ángulo. La expresión se puede simplificar como: 0.4886cos θ. Completa la siguiente tabla. Para obtener el valor p_z multiplica el valor 0.4886 por el valor del ángulo cada diez grados. ¡Ojo! tu calculadora debe estar en grados, no en radianes.

θ	p_z	p_z^2
0		
10		
20		
30		
40		
50		
60		
70		
80		
90		
100		
110		
120		
130		
140		
150		
160		
170		

θ	p_z	p_z^2
180		
190		
200		
210		
220		
230		
240		
250		
260		
270		
280		
290		
300		
310		
320		
330		
340		
350		

Una vez que tengas la tabla completa, grafica p_z en la siguiente hoja de papel esférico polar y podrás conocer la apariencia de los lóbulos que conforman al orbital p_z. Al terminar de graficar los puntos, únelos suavemente con una línea. Realiza en la misma hoja la gráfica del orbital p_z^2. De esta manera se observa la forma de los lóbulos, que corresponden a la mayor densidad electrónica, la región donde es más probable encontrarlos.



Es importante resaltar que cuando $90^0 < \theta < 270^0$ el valor es negativo. En este caso se grafica su valor absoluto. Por eso es común encontrar un signo "más" en donde la función es positiva y un signo "menos" donde la función es negativa.

La tabla periódica y los orbitales atómicos

Los orbitales ocupados por los electrones de la capa exterior de un átomo (electrones de valencia) a lo largo de un grupo tienen similitudes. Por ejemplo, los elementos químicos del grupo 1 (familia 1A) tienen configuraciones electrónicas en donde el último electrón (electrón diferencial) se encuentra en un orbital *s*. En cada capa, hay un número de orbitales igual a n^2: 1, 4, 9 y 16. En cada orbital pueden caber hasta dos electrones, lo que significa que en cada capa habrá $2n^2$ electrones: 2, 8, 18 y 32.

Si observas con detalle la siguiente tabla periódica, la primera fila contiene 2 elementos, la segunda y tercera 8 elementos, la cuarta y quinta 18 elementos y la quinta y sexta filas están formadas por 32 elementos, incluyendo a los lantánidos y actínidos.

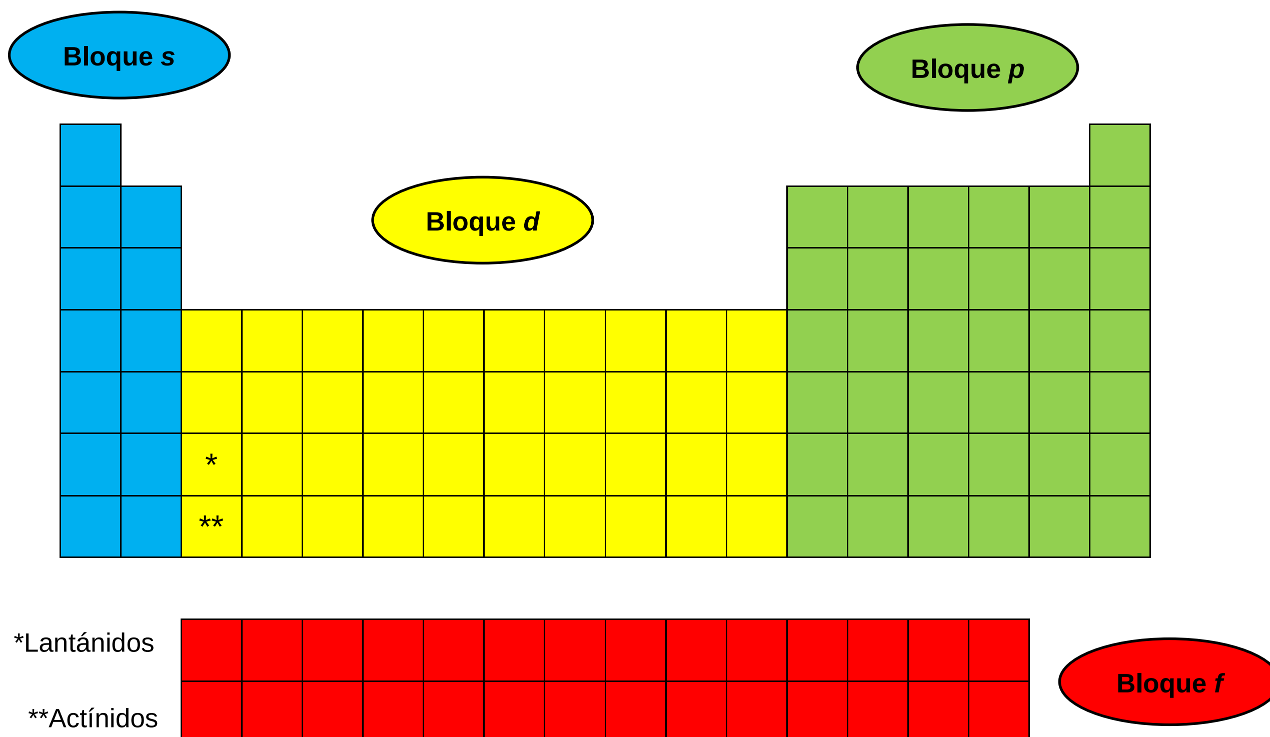


Figura 2.6. Tabla periódica por bloques
(Padilla, 2019)

Estos grandes *bloques* se conocen por el tipo de orbital donde se ubican los electrones diferenciales. De esta manera, los metales alcalinos y alcalinotérreos conforman el bloque *s*, los que se encuentran a la derecha, que forman parte de los elementos representativos, forman el bloque *p*, los metales de transición son el bloque *d* y los lantánidos y actínidos constituyen al bloque *f*.



Actividad 2.13 Bloques de los elementos

Con ayuda de la tabla periódica, ubica los siguientes elementos en el bloque al que pertenecen.

Mg, Os, C, I, Ni, U, Ti, Ar, Ag, Tb, H, Fe, Bi, Ra, Pu, Zn, Si, Li, F y Es.

Bloque *s*: ______________________________

Bloque *p*: ______________________________

Bloque *d*: ______________________________

Bloque *f*: ______________________________

c) Configuraciones electrónicas, hibridación y geometría molecular de compuestos del carbono involucrados en los nanomateriales

La configuración electrónica es la forma en la que los electrones se distribuyen en los diferentes orbitales. Para llenarlos se sigue el principio de Aufbau, el cual establece que cada electrón ocupa el orbital disponible con energía más baja. En el diagrama cada casilla representa un orbital atómico.

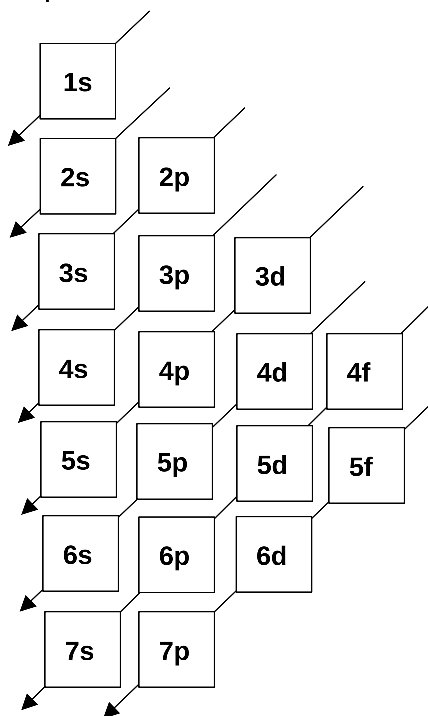


Figura 2.7 Diagrama de diagonales
(Padilla, 2019)

Algunas consideraciones esta representación son:

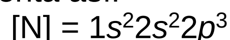
- Todos los orbitales relacionados con un subnivel son de igual energía. Por ejemplo, los tres orbitales 2p tienen igual energía.
- Un subnivel dentro de un nivel tienen energías diferentes, por ejemplo, los trs orbitales 3p tienen mayor energía que un orbital 3s.

En cada orbital, sea *s*, *p*, *d* o *f* caben como máximo dos electrones. Como los orbitales *p* son tres, (p_x, p_y y p_z) entonces caben como máximo seis electrones. En la siguiente tabla se muestra dicha información:

Tabla 2.1 Número máximo de electrones en los orbitales

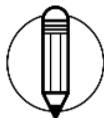
Orbital	**Número máximo de electrones**
s	2
p	6
d	10
f	14

Por ejemplo, el nitrógeno tiene número atómico igual a 7, lo que significa que un átomo eléctricamente neutro de nitrógeno tiene siete protones, asimismo también contiene siete electrones. Ésos últimos se ubican en los orbitales siguiendo al diagrama anterior. Se comienza en el orbital 1*s*, al cual le caben dos electrones. Al orbital 2*s*, le caben 2. El siguiente orbital en ser llenado es el 2*p*, sin embargo, a pesar de que caben seis electrones, sólo se ubicarán los últimos tres. De manera que esta configuración se representa así:



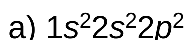
$$[N] = 1s^2 2s^2 2p^3$$

Los electrones de valencia son los cinco que se encuentran en el segundo nivel, dos en un orbital *s* y tres en un orbital *p*. El electrón diferencial, es el último en acomodarse en el orbital 2*p*. De la expresión final ($2p^3$) podemos concluir que el nitrógeno se encuentra en el período 2 (nivel energético), en el bloque *p* y en la posición 3.

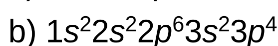


Actividad 2.14 Configuraciones electrónicas

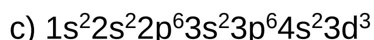
Las siguientes son configuraciones electrónicas de algunos elementos químicos neutros. ¿A qué bloque pertenece dicho elemento? ¿De qué elemento se trata?



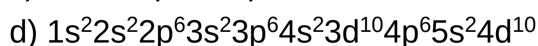
a) $1s^2 2s^2 2p^2$



b) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$



c) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^3$



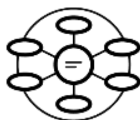
d) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10}$

a) Bloque: ____________ Elemento: ______________________

b) Bloque: ____________ Elemento: ______________________

c) Bloque: ____________ Elemento: ______________________

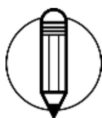
d) Bloque: ____________ Elemento: ______________________

 **Actividad 2.15** Elaborando un mapa conceptual

Realiza un mapa conceptual donde incluyas los conceptos: Orbital, tabla periódica, elemento, orbitales s, p d y f, electrón diferencial, energía, número cuántico, configuración electrónica y bloques.

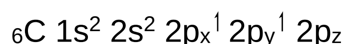
Hibridación

La *hibridación* consiste en una mezcla de orbitales puros para formar orbitales híbridos energéticamente equivalentes con orientaciones determinadas en el espacio. Además de la combinación de orbitales, se lleva a cabo un reacomodo electrónico en el mismo nivel de energía. La finalidad de formar nuevos orbitales híbridos es tener la posibilidad de constituir orbitales moleculares. Los modelos de hibridación son importantes para explicar el comportamiento del carbono y las distintas posibilidades que tiene para enlazarse.



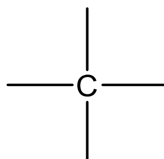
Actividad 2.16 Mezclando orbitales

1. La configuración electrónica (estado basal) del carbono es:



$$_{6}C\ 1s^{2}\ 2s^{2}\ 2p_{x}^{1}\ 2p_{y}^{1}\ 2p_{z}$$

Si observas, sólo hay dos posibilidades para que el carbono se enlace con algún elemento. Por otro lado, considerando los electrones del último nivel, el carbono tiene 4 electrones de valencia que podemos representar de la siguiente manera, de acuerdo con el modelo de Lewis:



¿Cómo podemos hacer que ambos modelos del carbono estén acordes entre sí?

2. Observa el video que encontrarás en la siguiente URL, te ayudará a comprender cómo se comporta el carbono.

   Hibridación de orbitales del carbono:
   https://www.youtube.com/watch?v=uInrdDXQhiI

Una vez que veas el video y tomando en cuenta que los orbitales híbridos surgen de la combinación de orbitales puros, completa el siguiente cuadro:

Enunciado	**Número y orbitales involucrados**	**Orbitales obtenidos**	**% de orbitales en la “mezcla”**
Son orbitales híbridos que surgen de la combinación de cuatro orbitales puros de la configuración electrónica del $_{6}C$			75% ________ 25% ________
Son orbitales híbridos que surgen de la combinación de tres orbitales puros de la configuración electrónica del $_{6}C$			66.6% ________ 33.3% ________
Son orbitales híbridos que surgen de la combinación de dos orbitales puros de la configuración electrónica del $_{6}C$			50% ________ 50% ________

3. Ahora sabes que el carbono “se hibrida” para tener la posibilidad de enlazarse a cuatro átomos, dibuja los nuevos orbitales obtenidos. Para esto usa dos colores distintos, uno para representar a los orbitales “s” y otro para los “p” y realiza las combinaciones necesarias. Respeta la proporción y geometría que presentan estos orbitales híbridos.

Orbitales híbridos sp^3	**Orbitales híbridos sp^2**	**Orbitales híbridos sp**



Actividad 2.17 Geometría del carbono.

1. Para esta actividad necesitarás esferas de plastilina y palillos. La representación bidimensional sobre papel puede darnos una imagen engañosa del aspecto de las moléculas. Con el material propuesto, y usando la información que tienes de la actividad anterior, vas a construir modelos para representar los orbitales híbridos, sus ángulos y disposición en el espacio. Una vez que tengas tus

modelos, toma fotos. Por otro lado, busca en la siguiente URL modelos que representen a los alcanos, alquenos y alquinos:
Base de datos visual de moléculas
http://www.educaplus.org/moleculas3d/alcanos_lin.html

Compara tus modelos con los encontrados en la URL anterior y pega las imágenes de tus resultados en el siguiente cuadro:

Mis modelos	Los modelos de alcanos, alquenos y alquinos

2. ¿Qué tipo de hibridación presentan los átomos de carbono en los alcanos? ¿Qué tipo de hibridación presentan los carbonos unidos mediante doble enlace y triple enlace?

____

____

3. ¿Por qué presentan esta geometría?

____

____

4. ¿Qué valor tienen esos ángulos?

____

____

La geometría de las moléculas es la disposición tridimensional de los átomos de una molécula. Esta geometría afecta las propiedades físicas y químicas de las moléculas, por ejemplo, la temperatura de fusión, la temperatura de ebullición, la densidad y el tipo de reacciones en que pueden participar.

El carbono

El carbono es un elemento químico de número atómico 6 ($_6C$). Es sólido a temperatura ambiente. Dependiendo de las condiciones de formación puede encontrarse en la naturaleza diferentes alótropos; en forma cristalina, como es el caso del grafito, el diamante y la familia de los fulerenos y nanotubos de carbono; o bien, en forma amorfa (negro de humo). Además, se encuentra en la atmósfera en estado gaseoso como monóxido de carbono (CO) y dióxido de carbono (CO_2). Es el pilar básico de la química orgánica y forma parte de todos los seres vivos.



Actividad 2.18 Alótropos del carbono

1. Realiza la siguiente lectura:

Las formas alotrópicas del carbono

El carbono se presenta en la naturaleza con diferentes estructuras (formas alotrópicas), en todas ellas existen enlaces covalentes entre los átomos; algunas de ellas, como el grafeno, los fulerenos o los nanotubos, están adquiriendo una importancia creciente por sus sorprendentes propiedades.

Diamante

Está constituido por una red covalente de carbonos
En forma de tetraedros que se repiten.
Esta estructura le confiere una extrema dureza
y elevadas temperaturas de fusión y de ebullición.

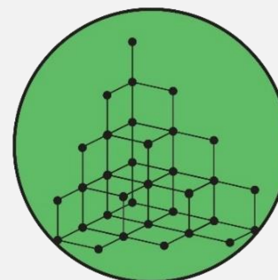


Figura 2.8 Diamante (Esquivel, 2019)

Grafito

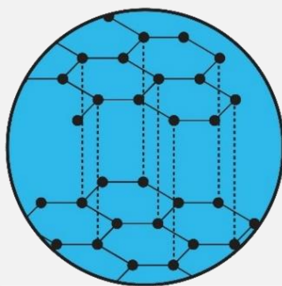


Figura 2.9 Grafito (Esquivel, 2019)

En el grafito los carbonos se unen formando hexágonos, los que se distribuyen en placas que se van uniendo débilmente una sobre otra, por los electrones que se encuentran entre ellas. Esto hace del grafito un conductor de la corriente. Cuando se escribe con un lápiz las láminas de carbono se desprenden y quedan sobre el papel.

Grafeno

Es una red regular de átomos de carbono con sólo dos dimensiones, largo y ancho. Es una lámina monoatómica de grafito. La unidad básica que se repite es hexagonal, formada por enlaces covalentes. El grafeno es buen conductor de la electricidad y es considerado un material excepcional.

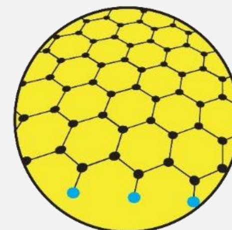


Figura 2.10 Grafeno (Esquivel, 2019)

Nanotubos de carbono

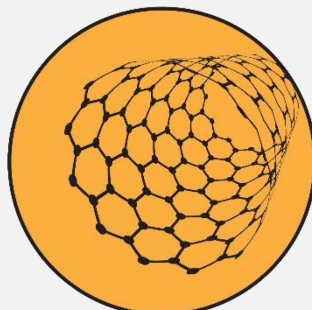


Figura 2.11 Nanotubo de carbono (Esquivel, 2019)

Los nanotubos pueden considerarse procedente de una lámina de grafito enrollada sobre sí misma. Dependiendo del grado de enrollamiento y la manera como se conforma la lámina original, el resultado puede llevar a nanotubos de distinto diámetro y geometría interna.

Fulerenos

Moléculas compuestas por átomos de carbono enlazados covalentemente. El más característico es el C_{60} con anillos hexagonales y pentagonales de átomos de carbono, semejante a un balón de fútbol.

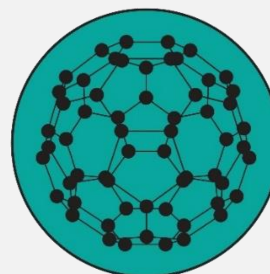


Figura 2.12 Fureleno (Esquivel, 2019)

Adaptado por Huerta, P. (2019) de: Formas alotrópicas del carbono. Depto. de Física y Química. IES La Magdalena. Avilés. Asturias.

2. Con plastilina y palillos, construye los modelos del diamante y grafito. Toma fotos de tus modelos, pégalos en el cuadro siguiente y completa la información siguiente:

Nombre del alótropo	**Diamante**	**Grafito**
Foto		
Ángulos entre carbonos		
Tipo de orbitales híbridos		
Propiedades físicas		

3. Una vez que terminaste, desarma el grafito con mucho cuidado, procura conservar las láminas. Toma una de las láminas y saca una foto, ¿qué nombre recibe esta red formada por hexágonos de carbono?

Foto	Nombre de la red

4. A continuación, arma la bukyesfera (figura 2.13), cuida de dejar espacio para las pestañas para que puedas pegarla. ¿A qué alótropo representa?

Foto	Nombre del alótropo

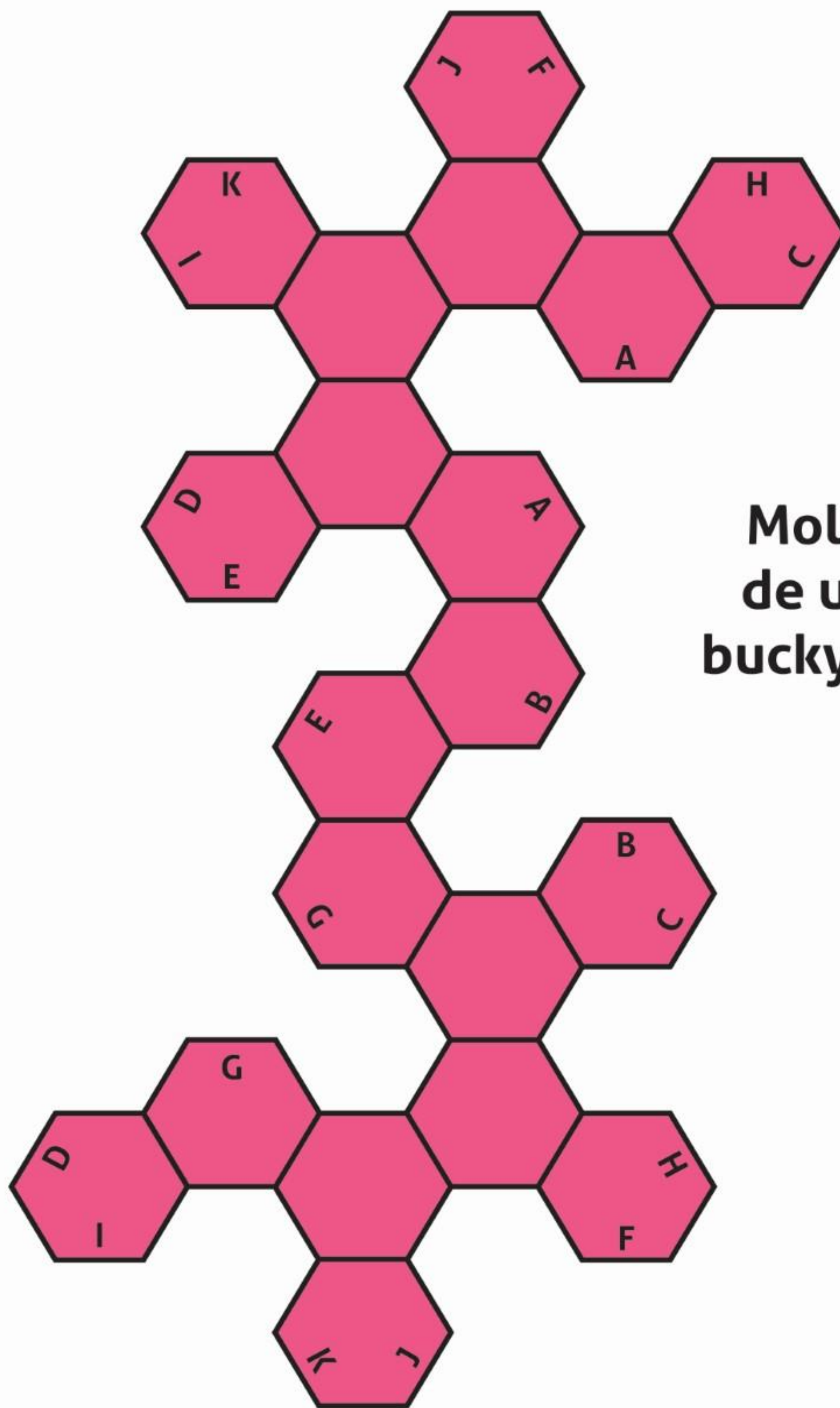


Figura 2.13 Bukyesfera
(Esquivel, 2019)

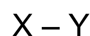
5. Actualmente se conoce un diverso número de *nanoformas de carbono*. Existen los *fulerenos endoédricos*, los *nanocuernos de carbono*, las *nanocebollas de carbono*, los *nanotorus* (nanotubos de carbono formando un anillo), *nanovasos* (a modo de una serie de vasos apilados), los *nanocapullos* (formados por un fulereno que emerge de un nanotubo a modo de un capullo sobre un tallo) o los denominados *guisantes* (formados por un nanotubo de carbono conteniendo moléculas de fulerenos). ¿Te animarías a construir alguna de estas increíbles formas? Puedes hacerlo, toma foto de tu propuesta y colócala en el siguiente espacio. Anota su nombre.

d) Modelo de enlace (iónico, covalente y metálico), estructura y reactividad de sólidos iónicos moleculares como base de los materiales nanoscópicos

Las partículas químicas (iones, moléculas y átomos) se atraen y repelen entre sí como resultado de su naturaleza eléctrica. La química explica las interacciones entre estas partículas a través de modelos de enlace, los cuales son: iónico, covalente y metálico.

El enlace covalente es resultado de la interacción eléctrica de dos electrones y dos núcleos o dos *cores*. La adecuada descripción es mediante la mecánica cuántica, pero las representaciones de Lewis son muy útiles.

Los *cores* son los núcleos atómicos con los electrones internos, y se representan con letras de la siguiente manera:



La línea entre las letras representa a los electrones que forman el enlace covalente. Dicho término se refiere a que se comparten los electrones. Las sustancias polinucleares formadas por elementos no metálicos son las que tienen enlaces covalentes. Algunos ejemplos de sustancias que presentan enlace covalente son:

Tabla 2.2 Representaciones de estructuras de Lewis de sustancia con enlace covalente

Nombre	Fórmula	Estructura de Lewis
Hidrógeno	H_2	H – H
Dióxido de carbono	CO_2	O = C = O
Metano	CH_4	H | H – C – H | H
Sulfato de amonio	$(NH_4)_2SO_4$	$[NH_4]^{+}_{2}\ [O_3S{-}O{-}O{-}SO_3]^{2-}$

El enlace metálico también se origina por una atracción del núcleo y sus electrones. A diferencia del covalente, en éste están involucrados muchos *cores* con electrones compartidos. A este modelo se le denomina *mar de electrones* y con este modelo se explican diversas propiedades de los metales, tal como su conductividad eléctrica, térmica y brillo, entre otras.

La manera de representarlo es la siguiente:

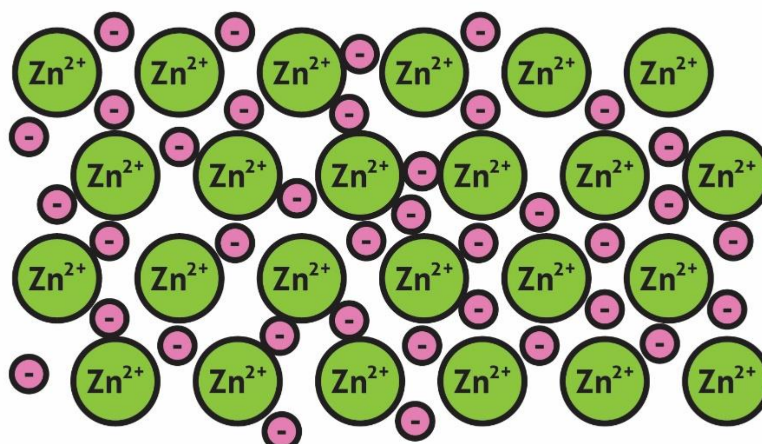


Figura 2.14 Representación del enlace metálico en el zinc
(Esquivel, 2019)

El enlace iónico se da por las interacciones entre partículas iónicas, es decir, entre un anión (ion de carga negativa) y un catión (ion de carga positiva). Se puede representar como una red tridimensional en donde todos los iones interactúan al mismo tiempo.

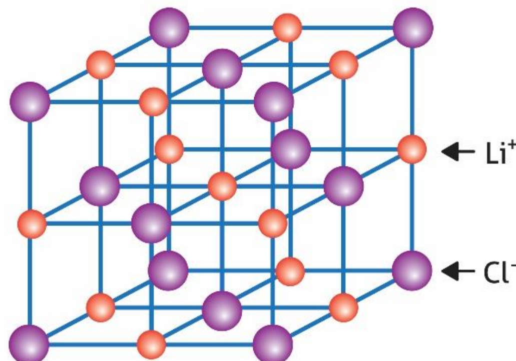


Figura 2.15. Representación de una red tridimensional
(Esquivel, 2019)

La fórmula química de los compuestos iónicos es una representación de las proporciones entre los elementos que forman la estructura de red. Por ejemplo, en el cloruro de litio (un compuesto iónico), la fórmula química se escribe como LiCl. Sin embargo, en la imagen se puede ver que un átomo de litio no está unido solamente a un átomo de cloro, sino que está rodeado por seis de ellos. La fórmula entonces podría ser Li_6Cl_6, pero se suele simplificar porque la proporción de átomos de cloro y litio es la misma. En la fórmula mínima se puede interpretar que por cada átomo de litio hay un átomo de cloro, formando así una red cúbica.

 **Actividad 2.19** Enlaces químicos

1. Para profundizar sobre el tema consulta el video “Enlaces químicos”, en la URL: https://www.youtube.com/watch?v=85XmStwDdJo

   Una vez revisado el video responde falso o verdadero las siguientes aseveraciones.

Aseveración	F	V
1. Los enlaces químicos son un tipo de interacción eléctrica.		
2. El enlace iónico es una interacción núcleo electrónica.		
3. Un enlace químico es una especie de cuerda que une dos *cores*.		
4. En los enlaces covalente se comparten electrones.		
5. En el enlace metálico existe conductividad debida al *mar de electrones*.		
6. Es posible encontrar enlaces covalentes en iones.		
7. Los compuestos iónicos forman principalmente moléculas.		
8. Los compuestos covalentes suelen ser aislantes.		
9. Los pares libres pueden formar enlaces iónicos.		
10. Los enlaces entre átomos de plata y mercurio son metálicos.		

Tabla de falso y verdadero, modificada
(Sosa, 2007)

2.4 Beneficios y riesgos de la nanotecnología

En el año 2001, la nanotecnología se colocó en el centro de atención de todo el mundo; los Estados Unidos aprobaron un presupuesto de 442 millones de dólares para impulsar las investigaciones sobre el tema; tres años más tarde se duplicó este presupuesto. Desde entonces, los gobiernos de todo el mundo evaluaron sus políticas nacionales y comenzaron a desarrollar una visión estratégica de su posición a largo plazo en nanotecnología como un motor de desarrollo. Estados Unidos, Japón, Alemania y Corea del Sur permanecen como líderes y China se acerca aceleradamente para incorporarse a este grupo.

Se estima que los gobiernos del mundo han invertido alrededor de 10 mil millones de dólares en investigación y desarrollo en esta área desde 2011 y va en aumento conforme pasa el tiempo, ya que tenemos que considerar que esta nueva tecnología representa la próxima revolución científica-tecnológica-industrial basada en la capacidad de medir, manipular y organizar la materia en la escala del nanómetro. Por ello es importante reflexionar de qué manera repercutirá en nuestras vidas, sus posibles beneficios y riesgos.

a) El desarrollo de la nanociencia y nanotecnología en México

¿Qué es lo que ofrece la nanotecnología en innovación que no puede ser ignorada? La nanotecnología ha impulsado a los gobiernos y a la industria a comprometer cuantiosos recursos, humanos y económicos con el fin de obtener avances tecnológicos.



Actividad 2.20 Avances nanotecnológicos

En este contexto, analiza el video siguiente:
Nano Revolución-Ciudad Nanotecnológica-Documental. En la siguiente URL:
https://www.youtube.com/watch?v=roZlhuA8Amg

1. Una vez que hayas reflexionado en el contenido del video contesta las siguientes preguntas:

   a) Describe, con un ejemplo, cómo se han mejorado los materiales con la nanotecnología.

   ____

   ____

   ____

   ____

   b) ¿Qué propiedad de los nanotubos de carbono se aprovecha, en la nanoelectrónica? Menciona un ejemplo del uso que se da en esta área.

   ____

   ____

   ____

   ____

   c) ¿Qué aplicaciones tienen los nanomateriales en la nanoinformática? Menciona un ejemplo.

   ____

   ____

   ____

   ____

   ____

2. En relación con las ventajas y desventajas que ofrecerán los nanomateriales en el futuro, contesta las preguntas siguientes.

   a) ¿Cambiarán las condiciones de la vida humana en el futuro con la nanotecnología? Comenta brevemente tu opinión.

   ____

   ____

   ____

   ____

   ____

   b) ¿Qué soluciones puede aportarnos la nanotecnología a algunos problemas ambientales, de salud, de alimentación, o de abasto de energía?

   ____

   ____

   ____

   c) ¿Existirán algunos riesgos en su aplicación?

   ____

   ____

   ____

   ____

b) Ética científica: Implicaciones positivas y negativas

A escala nanométrica la materia presenta propiedades muy distintas a las que podemos encontrar en la vida cotidiana; entran en juego los principios de la mecánica cuántica, los ajustes en el acomodo de átomos y moléculas pueden cambiar radicalmente las propiedades de un material y, además, cuando crece el área de contacto entre materiales también aumenta su reactividad química. Sus aplicaciones contemplan avances importantes e innovaciones en campos como la física, química, biología y computación.

Estos avances producen transformaciones profundas en la forma en que se venía manipulando a los materiales, con la finalidad de llevarnos a obtener beneficios en diversas áreas, pero a cambio conlleva una transacción: beneficios nanotecnológicos, ¿a qué costo? Necesitamos conocer las principales ventajas y factores de riesgo asociados a estas nuevas tecnologías para saber adónde nos llevará esa transacción. Hay que aprender entonces a realizar un balance adecuado de las ganancias y las pérdidas, algo que la humanidad no ha hecho antes.

**Actividad 2.21** Valorando los riesgos de la nanotecnología.

1. Realiza la siguiente lectura:

Divulgación de implicaciones sociales y ambientales de las Nanotecnologías

Miguel García Guerrero y Guillermo Foladori

Tomando en cuenta que día con día crece el número de productos con materiales nanofacturados disponibles en el mercado (los cuales incluyen alimentos, cosméticos, electrodomésticos, equipos de cómputo, teléfonos, medicinas, textiles, cerámicas y materiales de construcción, entre otros) la importancia de conocer las principales ventajas y factores de riesgo implícitos a estas nuevas tecnologías crece para el grueso de la población consumidora y para los trabajadores involucrados en la cadena productiva.

Esto resulta de especial importancia para aquellos sectores expuestos, vinculados directamente a las actividades de investigación y desarrollo con nanopartículas, así como a la elaboración de productos que las contienen y también los sectores ligados al transporte, mantenimiento de instalaciones donde se investiga, produce y quienes trabajan en el manejo de los desechos y basura. Todo análisis de riesgo debe incluir los diferentes aspectos del ciclo de vida; lo que pasa con el producto durante su uso y posteriormente con sus restos, una vez que no se usa. Las personas involucradas deben estar conscientes de los peligros a los que se exponen y las medidas de precaución que deben tomar. Veamos algunos ejemplos.

Uno de los grandes problemas mundiales es la falta de acceso a suficiente agua potable. Durante las próxima dos décadas más del 40% de la población mundial carecerá de fuentes accesibles de agua potable. Las nanotecnologías ya están siendo aplicadas para remediar tal problema. Los filtros y membranas que purifican el agua con los procedimientos convencionales están siendo mejorados con nanopartículas, que por su tamaño y función permiten purificar el agua contaminada, retirando materia orgánica, metales tóxicos, cloro y bacterias. Otra aplicación para obtener agua potable es la desalinización. Esto, que ya se venía haciendo con métodos más tradicionales, ve reducido sus costos en hasta un 70% mediante nanotecnologías.

La dependencia de tecnologías para descontaminar agua no deja de tener su contraparte cuestionable. ¿Incentivarán aún más la contaminación, habida cuenta de que ahora el problema puede ser resuelto? En tal caso, en lugar de preparar a la población y las empresas para un uso más eficiente y menos

contaminante de los recursos se la prepara para una mayor dependencia de las nuevas tecnologías. Además, incentivar nanofiltros favorece el uso de nanopartículas también en otras ramas industriales; y ya algunas instituciones en Suecia y Alemania han advertido que las nanopartículas de plata usadas en textiles y en lavadoras, y que se desprenden con su uso y terminan en el drenaje y el ambiente, podrían implicar grandes dificultades para retirarlas de los ecosistemas que constituyen la fuente de los recursos acuíferos, y recomiendan regular su uso.

Los pesticidas son productos tóxicos por excelencia. La posibilidad de nanoencapsular estos productos reduce significativamente la cantidad de materia prima utilizada y, por tanto, de desperdicio tóxico que se lanza al medio ambiente. La ventaja de las nanotecnologías se extiende al procesamiento del alimento, agregando nanocápsulas de vitaminas y suplementos nutritivos que no alteran el sabor o textura de los alimentos. Y se extiende a los envases de alimentos, que mediante sensores podrán advertir al consumidor sobre el estado del producto, y facilitar su retiro de los anaqueles cuando sea necesario.

Es discutible si las nanopartículas incorporadas a los envases no migran hacia el alimento con los cambios de temperatura y potenciales alteraciones de la forma del envase. Organizaciones civiles reclaman, por otra parte, que la pérdida de conocimiento por parte del consumidor sobre el estado de los alimentos que compra –que será una consecuencia evidente de la generalización de los nanosensores en envases– significa desempoderamiento y mayor dependencia tecnológica. Además, estos sistemas favorecerán su expansión a productos alimenticios que no necesariamente requieren de tales controles, agregando cantidad de envases innecesarios que son, a la larga, fuente de residuos.

De administración controlada de drogas nano-encapsuladas que viajan por el organismo hasta el órgano o las células que requieren tratamiento, a implantes con alta bio-asimilación, las tecnologías están presentes en la medicina. Pero también aquí, que se supone que es una de las áreas donde la precaución es más severa, existen riesgos no resueltos. Se habla de la posibilidad de utilizar nanotubos de carbono o fulerenos para fijarlos a las células cancerígenas y matarlas de a una y sin efectos colaterales, con lo cual el cáncer se convertiría en una enfermedad plenamente tratable, pero se ha comprobado en ratones de laboratorio que nanotubos de carbono se comportan como si fueses fibras de asbesto, produciendo cáncer.

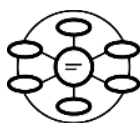
No hay duda de que las tecnologías son la base del desarrollo y la civilización. Pero cuando se las impulsa sin analizar sus riesgos y sin reglamentación pueden convertirse en su contrario. La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que las substancias químicas matan 4.9 millones de personas al año, además de enfermar y/o incapacitar a otros 86 millones. Y otros estudios muestran que es más barato prevenir, mediante estudios de

riesgo y normas legales que regulen el uso seguro de los productos, que pagar posteriormente los costos de salud y remediación del medio ambiente.

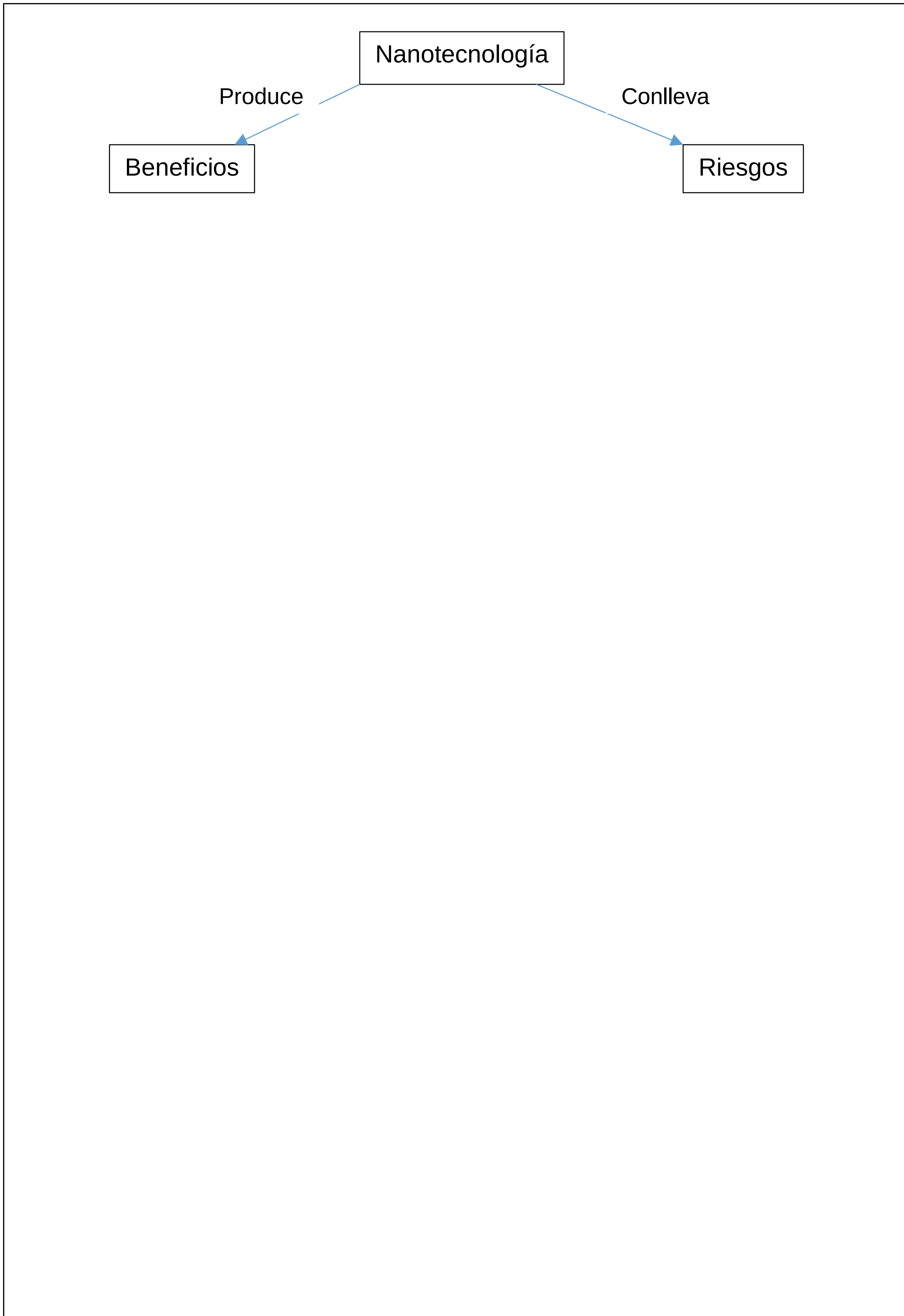
Aunque en términos generales prevalece el desequilibrio de información de beneficios/riesgos que hemos mencionado, ya existen esfuerzos orientados a conseguir un mayor balance. A nivel internacional encontramos un referente en la política SAICM (Strategic Approach to International Chemicals Management) de las Naciones Unidas. El SAICM representa el único espacio multilaterial y voluntario para la discusión del tema de los riesgos de los productos químicos, incluyendo las nanopartículas manufacturadas, entre otros. En igual sentido se han manifestado múltiples sindicatos a nivel internacional, interesados por los impactos, directos o indirectos, que las nanotecnologías pueden tener en sus agremiados y los consumidores en general.

Ante la necesidad expuesta por SAICM y otros organismos a nivel internacional, día con día aparecen esfuerzos para dar un mayor balance al contenido de la divulgación. En principio esto exige un compromiso en dos sentidos: por un lado, obtener información suficiente sobre elementos peligrosos inherentes a las nanotecnologías; y por otra parte encontrar un punto justo entre la postura propagandística a favor de los avances a nivel nano y el manejo amarillista de posibles aspectos negativos.

El texto fue tomado de:
García, M. y Foladori, G. (2013). Divulgación de implicaciones sociales y ambientales de las nanotecnologías. Revista Digital Universitaria. Vol. 14, No. 4.


Actividad 2.22 Implicaciones positivas y negativas de la nanotecnología.

1. Completa el mapa conceptual que se encuentra en la siguiente página, a partir del análisis de la lectura.


Nanotecnología
Produce
Conlleva
Beneficios
Riesgos



AUTOEVALUACIÓN

Responde las preguntas siguientes:

1. Un vehículo híbrido es aquél que:

A) Disminuye el consumo de energía eléctrica
B) Produce energía eléctrica por la combustión de la gasolina
C) Tiene una pila de mercurio que se recarga al calentarse el motor
D) Tiene un pequeño generador que recarga su batería al frenar

2. Es uno de los beneficios de los vehículos eléctricos para una movilidad sostenible:

A) Se ofrece un engomado "00" a este tipo de vehículos
B) Ahorro de combustible entre un 60 y 70%
C) Pagan altos impuestos, verificación y tenencia
D) Requieren de mayor mantenimiento y refacciones

3. Es una desventaja al adquirir un vehículo eléctrico:

A) Tienen una amplia autonomía, mayor a 400 km
B) No es posible la recarga doméstica sólo la pública
C) Por su tecnología avanzada las refacciones son caras
D) En la CDMX no hay apoyos para comprar estos vehículos

4. Las dos formas alotrópicas del carbono que se utilizan en nanotecnología son:

A) Diamante y grafito
B) Nanotubos y fulerenos
C) Diamante y grafeno
D) Nanotubos y grafito

5. Se emplea en el transporte como parte básica de un dispositivo que reduce la emisión de contaminantes atmosféricos:

A) Galio
B) Nanotubo
C) Platino
D) Dendrímero

6. La nanociencia es:

- **A)** El área de investigación que estudia, diseña y fabrica materiales nanoscópicos.
- **B)** La habilidad de controlar la materia átomo por átomo que se utiliza en la industria.
- **C)** La fabricación y uso de nanopartículas, aprovechando sus propiedades físicas, químicas y biológicas
- **D)** El estudio de los procesos fundamentales que ocurren en estructuras de 1 a 100 nanómetros

7. La nanotecnología:

- **A)** Se sustenta en la mecánica cuántica para predecir y explicar propiedades de los nanomateriales
- **B)** Es el área de investigación que estudia, diseña y fabrica diversos materiales nanoscópicos
- **C)** Investiga parámetros como la temperatura y la presión bajo los que se podrían obtener nanomateriales
- **D)** Se encarga de estudiar las propiedades físicas y químicas de materiales a escala nanómetrica

8. Cuando los electrones están confinados a un espacio se refiere a que

- **A)** su longitud de onda es pequeña
- **B)** que los protones tienen la misma energía
- **C)** se encuentran en una zona muy pequeña
- **D)** están en una zona de baja energía

9. Número cuántico que indica el giro del electrón:

- **A)** Principal (*n*)
- **B)** Azimutal (*l*)
- **C)** Magnético (*m*)
- **D)** Espín (*s*)

10. Con base en la configuración electrónica mostrada más abajo, determina los electrones de valencia. Considera que dicha configuración pertenece a un elemento eléctricamente neutro.



- **A)** 2
- **B)** 3
- **C)** 5
- **D)** 7

REFERENCIAS

Referencias bibliográficas

Díaz del Castillo, F. (2012). Introducción a los Nanomateriales. Lecturas de Ingeniería N° 20. Facultad de estudios superiores Cuautitlán, UNAM.

Hill, J., Kolb, D. (2000). Química para el nuevo milenio. Pearson Prentice Hall.

Martín, N. (2011). Sobre fullerenos, nanotubos de carbono y grafenos. ARBOR Ciencia, Pensamiento y Cultura. Número CLXXXVII, Extra 1117, 115-131.

Morales, B. (2014). Modelo de masificación de vehículos eléctricos en Bogotá, D.C. Universidad Nacional de Colombia. Depto. de Ingeniería Eléctrica y Electrónica. Bogotá D.C., Colombia.

Sachs, J. (2009). Los coches eléctricos y el desarrollo sostenible. Dendra Médica. Revista de Humanidades 2, 216-219.

Sosa, P. (2007). Conceptos base de la química. Libro de apoyo para bachillerato. UNAM CCH, 158-166

Takeuchi, N. (2009). Nanociencia y Nanotecnología. La construcción de un mundo mejor átomo por átomo: Ciencia para Todos. Fondo de Cultura Económico.

Recursos electrónicos

Askiitians.com (2019). Crystal Lattices and Unit Cells. Recuperado de: https://www.askiitians.com/iit-jee-Solid-State/crystal-lattices-and-unit-cells.html

Auto bild.es. (2018). Los diez coches eléctricos con más autonomía del mercado. Recuperado de: https://www.autobild.es/reportajes/los-diez-coches-electricos-con-mas-autonomia-mercado-222905?page=2

Base de datos visual de moléculas. Recuperado de: http://www.educaplus.org/moleculas3d/alcanos_lin.html

El Economista.es (2014). Los grandes del automóvil se unen para impulsar el coche de hidrógeno en Europa. Recuperado de: https://www.eleconomista.es/ecomotor/motor/noticias/5685346/04/14/Los-grandes-del-automovil-se-unen-para-impulsar-el-coche-de-hidrogeno-en-Europa.html

Electrocoches. (s/f). Todo sobre el coche eléctrico. Recuperado de: https://www.electrocoches.eu/

El Universal. (2016). Échale un vistazo: pros y contras de los autos eléctricos. Recuperado de: http://www.eluniversal.com.mx/articulo/autopistas/2016/03/11/echale-un-vistazo-pros-y-contras-de-los-autos-electricos

Formas alotrópicas del carbono (s/f). Depto. de Física y Química. IES La Magdalena. Avilés. Asturias. Recuperado de: https://fisquiweb.es/Apuntes/Apuntes1Bach/Alotropos.pdf

García, M. y Foladori, G. "Divulgación de implicaciones sociales y ambientales de las nanotecnologías" Revista Digital Universitaria [en línea]. 1 de abril de 2013, Vol. 14, No.4 [Consultada: 16 de febrero de 2019] Recuperado de: Internet: [http://www.revista.unam.mx/vol.14/num4/art34/index.html] ISSN: 1607-6079.

Hibridación de orbitales del carbono. Recuperado de: https://www.youtube.com/watch?v=uInrdDXQhiI

IGCSE Chemistry (2017). Understand Metallic Bonding in Terms of Electrostatic Attractions. Recuperado de: http://igcse-chemistry-2017.blogspot.com/2017/07/153c-understand-metallic-bonding-in.html

La historia del automóvil (s/f). Recuperado de: http://tecnologia-lcp.orgfree.com/Documentos/Historia%20del%20automovil.pdf

Motorpasion. (2018). Los 12 coches eléctricos que llegarán antes de 2020: autonomía, precios y marcas. Recuperado de: https://www.motorpasion.com/coches-hibridos-alternativos/12-coches-electricos-que-llegaran-antes-2020-autonomia-precios-marcas

Plug in hybrid electric vehicles. Recuperado de: https://www.youtube.com/watch?v=RXPyxbwPn3M

Portal automotriz.com. (2016). Autos eléctricos: un futuro sustentable. Recuperado de: https://www.portalautomotriz.com/noticias/automotriz/autos-electricos-un-futuro-sustentable

Sachs, J. (2009). Los autos eléctricos y el desarrollo sustentable. La Nación. Recuperado de: https://www.lanacion.com.ar/1180433-los-autos-electricos-y-el-desarrollo-sustentable

Unocero. (2016). "Estos son los beneficios y la oferta de vehículos híbridos y eléctricos en México". Recuperado de: https://www.unocero.com/autos/estos-son-los-beneficios-y-la-oferta-de-vehiculos-hibridos-y-electricos-en-mexico/

UNIDAD 3

El impacto ambiental de los polímeros: el reciclado y surgimiento de los bioplásticos



UNIDAD III
EL IMPACTO AMBIENTAL DE LOS POLÍMEROS: EL RECICLADO Y RESURGIMIENTO DE LOS BIOPLÁSTICOS

Objetivos

En esta unidad:

- **Analizarás los problemas ambientales, sociales y económicos relacionados con los plásticos, a través de la investigación documental en textos de divulgación científica para explicar las causas y efectos de los polímeros en el ambiente, que te permitan tomar decisiones relacionadas con el consumo y manejo de éstos en tu vida cotidiana.**
- **Reflexionarás sobre la importancia de la reducción del uso de los plásticos, así como su reutilización y reciclaje a través de acciones encaminadas para evitar el incremento de basura.**
- **Evaluarás la viabilidad de los bioplásticos y los plásticos biodegradables sintéticos, a través de la lectura y comprensión de artículos científicos o de divulgación en español y en otro idioma, para participar en debates o propuestas en beneficio del ambiente.**

Introducción

Lo hicimos, hace 150 años se diseñó un material ligero, fuerte y económico conocido como plástico. Dependemos de él, hoy en día este material milagroso hace latir corazones y mantiene aviones en el aire. Nos ahogamos en él, más del 40% sólo se utiliza una vez donde su vida útil puede ir de 15 minutos a menos de seis meses. Por lo anterior, unos 8 millones de toneladas de este material han terminado en el océano.

Los plásticos se empezaron a elaborar desde finales del siglo XIX. Sin embargo, su producción cobró relevancia hasta 1950. Por lo anterior, tenemos que lidiar con apenas 8 300 millones de toneladas de este material. De ello, más de 6 300 millones se han convertido en basura.

Ahora bien, de esa basura, un total de 5 700 millones de toneladas nunca llegaron a un contenedor de reciclado. Con eso en mente, se estima que 5 millones terminan en el océano, el último vertedero de la Tierra.

No se sabe cuánto demorará ese plástico en biodegradarse por completo en las moléculas que lo componen, aunque algunos cálculos oscilan de 450 años a nunca. Entre tanto, se estima que el plástico oceánico mata millones de animales marinos cada año, afecta a unas 700 especies, incluidas muchas amenazadas.

Hasta este punto sólo se está abordando la problemática desde la parte ambiental. No obstante, también existen afectaciones en el ámbito social. Por esto y por todo lo descrito con anterioridad es necesario buscar alternativas que nos ayuden a combatir este problema. De primera instancia hay dos opciones: el reciclado y los bioplásticos, los cuales se abordarán en esta unidad.

El texto fue tomado de: Parker, L. (2018). Lo hicimos. Dependemos de él. Nos ahogamos en él. Plástico. National Geographic.



Actividad 3.1 Toda una vida de plástico

1. Lee el siguiente texto y contesta lo que se te pide:

Toda una vida de plástico

Los primeros plásticos hechos con combustibles fósiles tienen poco más de un siglo de antigüedad. Su uso se generalizó después de la Segunda Guerra Mundial y hoy los encontramos en todo, desde recipientes (tinas, bandejas, entre otros), mesas, autos, dispositivos médicos hasta envolturas de alimentos. Su vida útil varía y, una vez desechados, se descomponen en fragmentos más pequeños que perdurarán por siglos.

Hoy en día, el mercado de plásticos más grande es el de materiales para empaquetado, que al ser desechados representa casi la mitad de los desperdicios plásticos en todo el mundo. Esto, debido a que la mayor parte nunca se recicló o incineró. ¿Cómo llegamos a este punto? ¿Cuándo se reveló, por primera vez, el lado oscuro del milagro del plástico?

Podemos preguntar lo mismo sobre muchas de las maravillas de nuestro mundo tecnológico. Los plásticos, en particular, han transformado nuestras vidas como pocos inventos lo han hecho y casi siempre para mejorar.

Han facilitado los viajes espaciales y revolucionado la medicina. Han vuelto más liviano cada auto y avión de la actualidad, ahorrando combustible y reduciendo la contaminación atmosférica. Prolongan la vida de los alimentos frescos debido a que son empacados con envolturas adherentes. Asimismo, cada día salvan vidas con las bolsas de aire, incubadoras o, simplemente llevando agua potable a las comunidades que lo necesitan en botellas desechables.

Incluso, le ayudaron a la vida silvestre con una de sus primeras aplicaciones. Por ejemplo, a mediados del siglo XIX las pelotas de billar y los peines se producían con un material natural muy escaso: marfil elefantino. Ante el riesgo de la población de paquidermos, John Wesley Hyatt diseñó un material celuloide, compuesto de celulosa, un polímero que hallamos en todas las plantas.

En ese entonces se afirmaba que esta innovación eliminaría la necesidad de saquear la Tierra en busca de recursos naturales (materiales) que se vuelven cada vez más escasos.

A principios del siglo XX el plástico empezó a producirse con la misma materia prima que nos proporcionaba energía abundante y asequible: el petróleo. Las chimeneas de las refinerías de petróleo expulsaban gases de desperdicio, como el etileno, y los químicos buscaron la forma de aprovecharlo como bloques de construcción (monómeros) para diseñar todo tipo de polímeros novedosos, por ejemplo, tereftalato de polietileno o PET, en vez de limitarse a trabajar con los polímeros existentes en la naturaleza.

Así se abrió un mundo de posibilidades. Ya se podía hacer cualquier cosa con plástico y eso se debía a que era barato. Al cabo de seis décadas, casi 40% de los más de 406 millones de toneladas de plástico producidos cada año es desechable y la mayor parte se destina a materiales de empaquetado que se descartan pocos minutos después de la compra.

La producción ha crecido de manera tan vertiginosa que, virtualmente, la mitad de plástico fabricado fue hecho en los últimos 15 años. Esto, ha superado con mucho la capacidad para gestionar los desechos y por eso los océanos están bajo ataque.

En este punto se puede mencionar la frase: "todo con medida, nada con exceso", los plásticos en sus inicios fueron una solución. No obstante, debido a su uso excesivo se han convertido, en la actualidad, en un problema grave y serio, el cual requiere de acciones para buscar posibles soluciones.

Un buen comienzo es el de tomar conciencia, como consumidores, de qué usos de los plásticos pueden ser prescindibles (uso único) tal como; bolsas, popotes, o desechables, y cuáles no (aplicaciones en la medicina). Esto, sería un buen inicio para contrarrestar la problemática del impacto ambiental de los polímeros.

Otra solución es el desarrollo de tecnología amigable con el ambiente que, en la medida de lo posible, sustituyan a los plásticos por ejemplo, el diseño y uso de bioplásticos y biopolímeros, los cuales estudiarás en esta unidad.

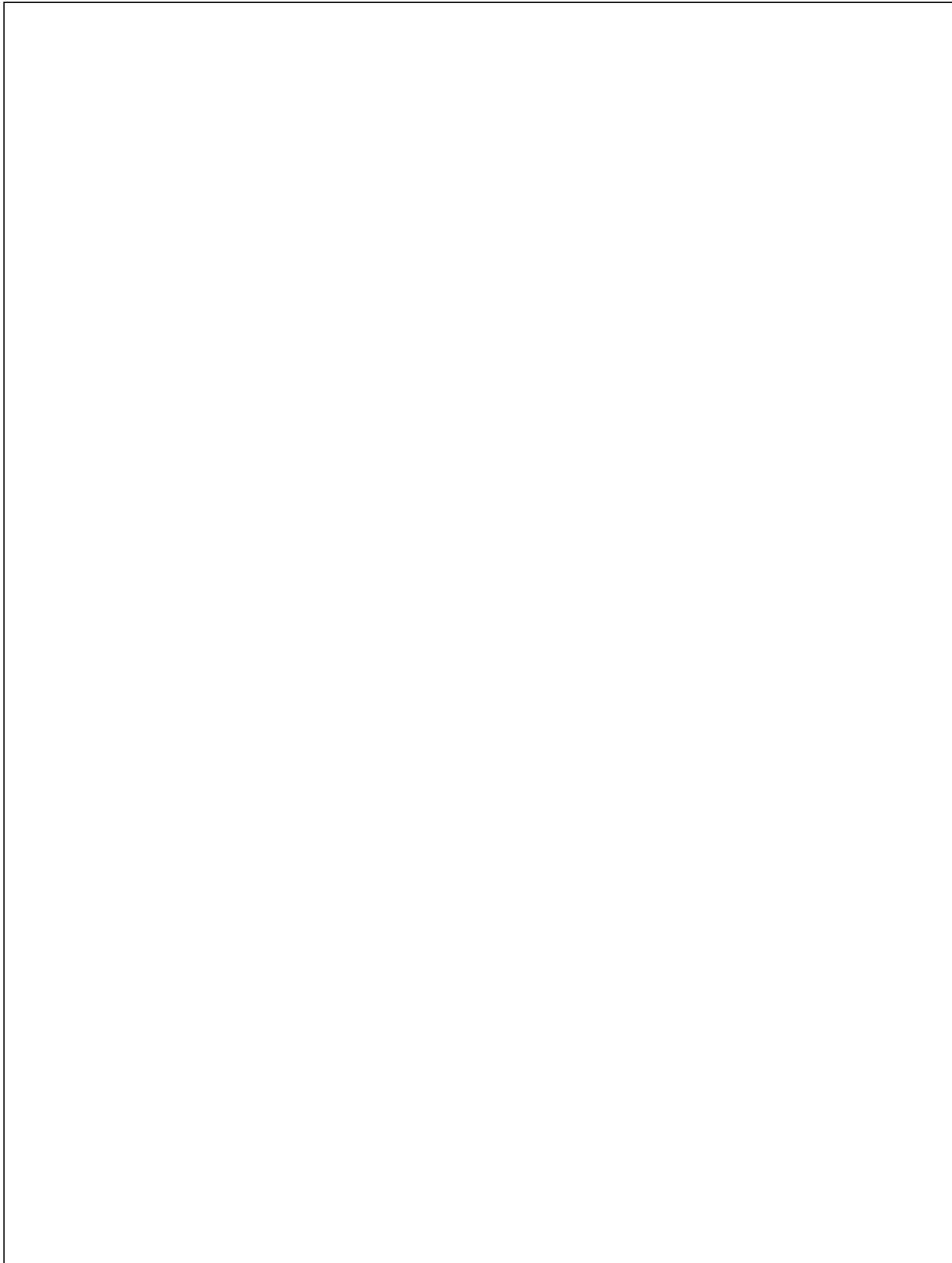
Finalmente, a manera de reflexión, qué tendrías que modificar de tus acciones cotidianas para disminuir el uso de plásticos.

Adaptado por Pérez de Parker: 2018

2. Con base en la lectura "Toda una vida de plástico", selecciona las palabras clave del texto para que diseñes un mapa mental donde se muestre la relación entre éstas.

Esto te permitirá tener un panorama general de lo que se abordará en esta unidad y al finalizarla, regresa a esta página para reorganizarlo o completarlo según sea el caso.

Mapa mental



3.1. Los plásticos: un problema de mar y tierra

Los primeros plásticos hechos con combustibles fósiles tienen poco más de un siglo de antigüedad. Su uso se generalizó después de la Segunda Guerra Mundial y actualmente los encontramos en todo; desde aparatos electrónicos y dispositivos médicos hasta envolturas y recipientes para la cocina. Su vida útil varía y, una vez desechados perdurarán por siglos siendo así, un problema de mar y tierra.

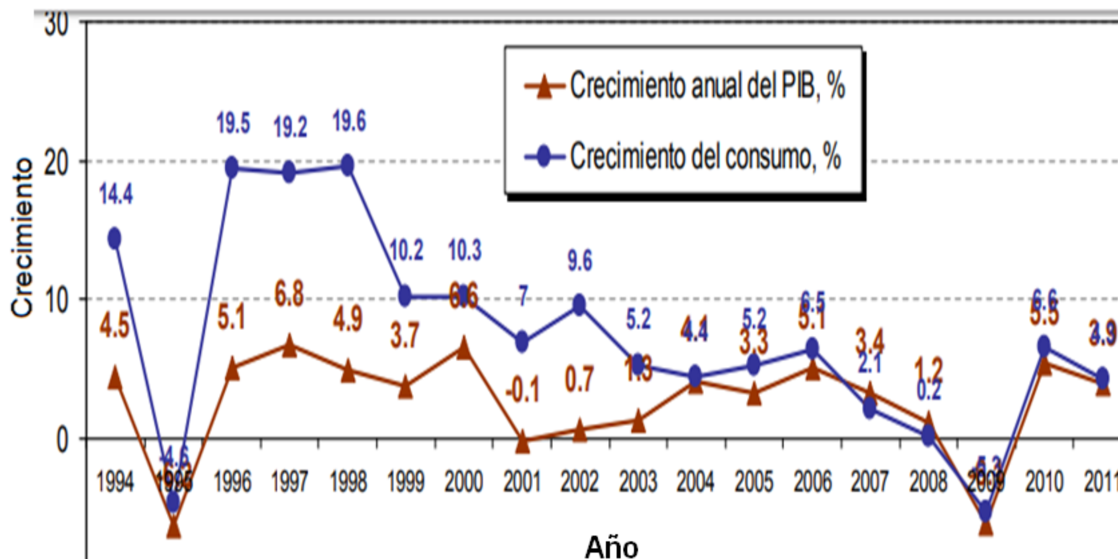
a) El séptimo continente (isla de basura en el mar). Impacto ambiental, social y económico

Cada año, millones de toneladas de plástico se desechan negligentemente en tierra y en ríos, lo cual ocasiona que una cantidad considerable finalice su vida en los océanos dispersándose en él, debido a las corrientes marinas teniéndose así, residuos de plástico por todo el mundo, incluso hasta en los lugares más lejanos.



Actividad 3.2 Hicimos el plástico, dependemos y nos ahogamos en él

Analiza los siguientes gráficos y contesta lo que se te pide.



Gráfica 3.1 Consumo de plástico y Producto Interno Bruto (PIB) en México (Flores, 2013)

1. ¿Qué título le pondrías al gráfico?

____

____

____

2. ¿Qué información se puede obtener del gráfico anterior?

____

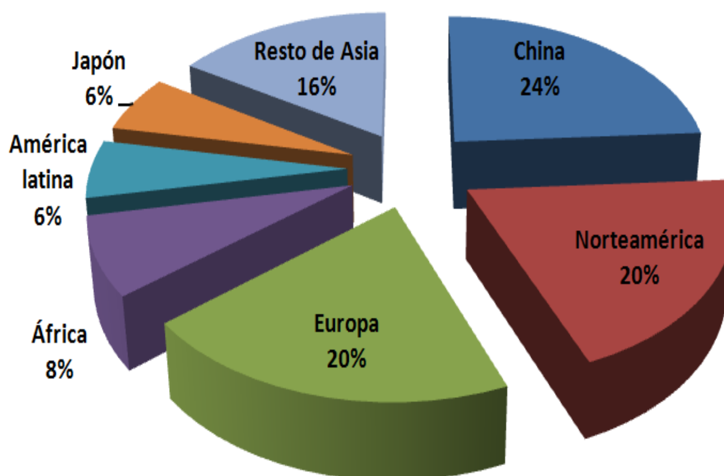
____

3. ¿Cuál es la importancia del PIB para México?

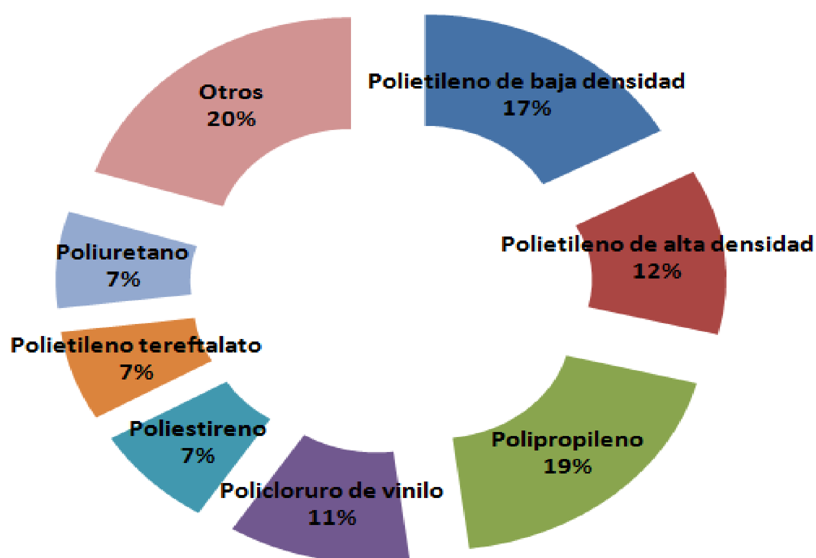
____

____

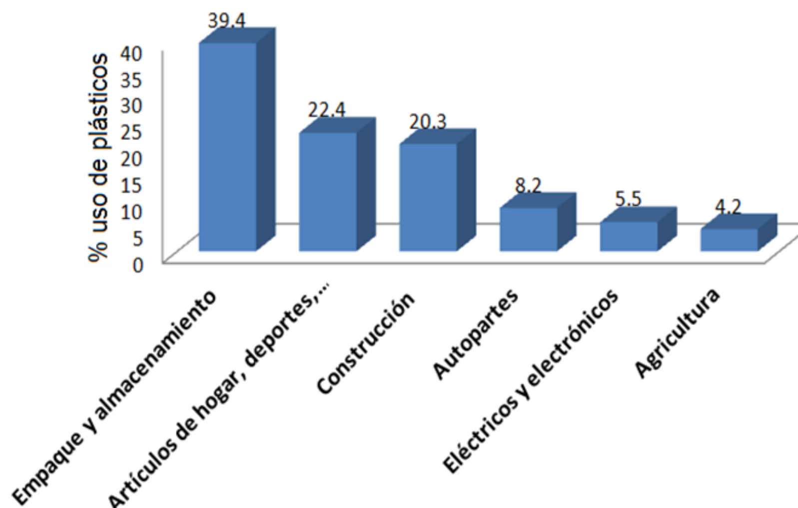
4. Analiza la siguiente información:



Gráfica 3.2 Producción mundial de plástico por región económica
(Góngora, 2014)



Gráfica 3.3 Producción mundial de plástico por categoría
(Góngora, 2014)



Gráfica 3.4 Producción mundial de plástico por tipo de uso
(Góngora, 2014)

a) Al analizar los gráficos anteriores, escribe cuál es el principal país así como la región económica con mayor producción de plásticos. Asimismo, indica cuáles son los tres tipos de plásticos más y menos producidos. Finalmente, infiere si los desechos plásticos en los cuales nos "ahogamos" provienen de usos prescindibles o imprescindibles.

____

____

____

____

____



Actividad 3.3 Las islas de plástico y sus consecuencias

Realiza una investigación y con base en ello contesta lo siguiente:

1. ¿Qué son los giros oceánicos?

____

____

____

2. ¿Cómo se relacionan los giros oceánicos con la formación de islas de basura?

____

____

3. En el siguiente mapa ubica las islas de plástico, considera los giros oceánicos.

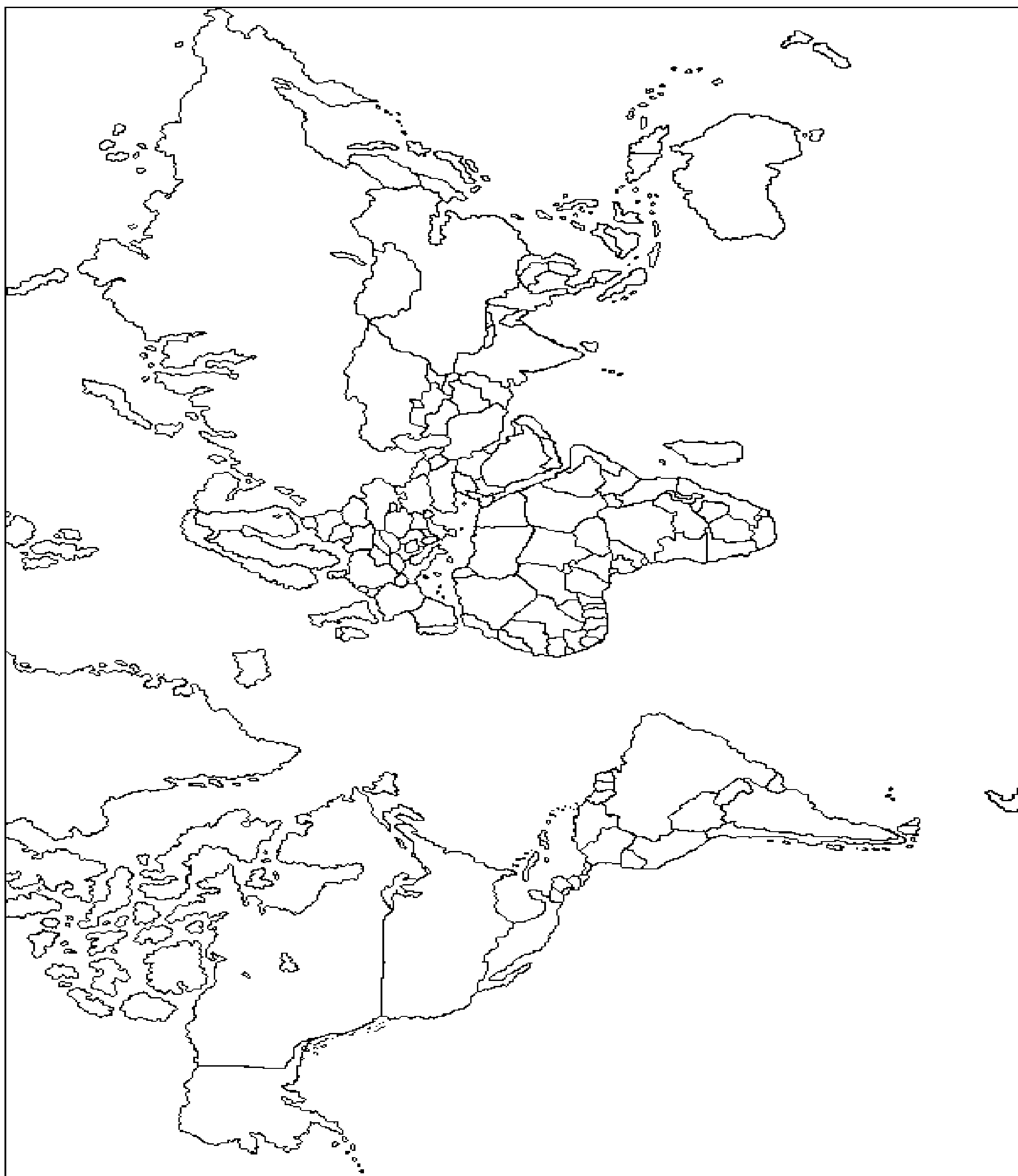


Figura 3.1. Planisferio. Tomado de https://pintardibujo.com/planisferio-para-imprimir

a) Analiza los siguientes videos y contesta lo que se te pide:

Los desechos plásticos, una grave amenaza para la vida en el mar y en la tierra, disponible en la siguiente URL:
https://rpp.pe/mundo/medio-ambiente/los-desechos-plasticos-una-grave-amenaza-para-la-vida-en-el-mar-y-en-la-tierra-noticia-1107044

La ONU lucha por mantener los océanos limpios de plásticos. Disponible en la siguiente URL:
https://news.un.org/es/story/2017/05/1378771

¿Qué son los microplásticos y cómo nos afectan? Disponible en la siguiente URL:
https://www.youtube.com/watch?v=nQIAakB3EvU

4. ¿Qué son los microplásticos?

____

____

____

5. ¿Cuáles son las consecuencias ambientales de la mala disposición de residuos de plástico?

____

____

____

6. ¿Cuáles son las consecuencias sociales de la mala disposición de residuos de plástico?

____

____

____

7. ¿Qué soluciones se están implementando para esta problemática?

____

____

____

____

____

b) Producción y consumo de plásticos a nivel mundial

La escasez de los recursos naturales durante la Segunda Guerra Mundial condujo a la búsqueda de sintetizar materiales, como el plástico. Su producción y consumo se incrementó exponencialmente desde esa fecha y hasta la actualidad. Esto, debido a sus propiedades, su costo de producción y a todo lo que se puede fabricar con él. En la actualidad todos los países, sin excepción, consumen y producen plásticos. No obstante, unos lo hacen más que otros.

 **Actividad 3.4** En busca de las capitales mundiales del plástico

1. Investiga cuáles son los cinco principales países productores y consumidores de plásticos y anótalos en el siguiente cuadro.

Países productores	Países consumidores

2. Indica algunas posibles causas por las que los países descritos anteriormente son los principales consumidores y productores de plásticos.

c) Reducción del uso de los plásticos y su proceso de reciclaje en México (códigos de identificación, reciclaje primario o re-extrusión, reciclaje secundario o mecánico, reciclaje terciario o químico y reciclaje cuaternario o valorización energética)

El proceso de reciclado de los plásticos tiene como finalidad la recuperación de desechos de este material para su reutilización directa, su aprovechamiento como materia prima para la fabricación de nuevos productos así como su utilización como combustible. El proceso de reciclaje no sólo es tarea del gobierno o de las grandes industrias también es tarea de nuestra escuela, vecindario y casa.



Actividad 3.5 Reducir, reutilizar y reciclar plásticos... ¿es lo mismo?

1. Lee el siguiente texto y subraya las ideas principales.

Reducir, reutilizar y reciclar... ¿es lo mismo?

Uno de los asuntos y problemas más graves por resolver en la actualidad es el consumo desmedido de productos ya que se acusa que su reducción puede ser perjudicial debido a que se generarían problemas económicos tales como la desaceleración. No obstante, esto todavía está por demostrarse.

Lo que sí está demostrado es que el consumo llevado a los niveles actuales ha dado origen al consumismo, apuntalado por enormes campañas masivas de publicidad para asegurar la adquisición de todas las mercancías existentes. Esto, ha generado una gran cantidad de basura que contamina tanto al suelo como a los mares dando así, problemas ambientales y sociales.

Para tratar de revertir lo anterior, como primer paso, debemos promover la reducción de productos de forma directa. Es decir, fomentar el consumo responsable. Como segundo paso, se puede mencionar a la reutilización, que es tratar de analizar qué hacer con los objetos o productos usados después de cumplir su función o propósito original.

Esto es algo más complejo que la reducción ya que implica creatividad, decisión y actitud para darle un nuevo empleo, que en muchas ocasiones exigirá un rediseño o adecuación de los objetos o productos a reutilizar.

Como ejemplo se tiene: el proceso de transformar las llantas usadas en la base de un sistema de calentamiento de agua para la casa, el empleo de envases plásticos como macetas o terrarios o el realizar distintas artesanías con las envolturas plásticas o metalizadas de muchos productos.

Si logramos reducir el consumo y reutilizamos lo adquirido, se puede hasta entonces, pensar en el tercer paso que es reciclar, es importante resaltar que para lograrlo, los materiales deben tener ciertas cualidades que les permitan ser reciclados, puesto que no todo puede serlo.

Con esto en mente, se hace evidente que reciclar cuesta y debe contarse con determinados medios, condiciones, materiales y nociones para hacerlo. Además, los objetos o materiales reciclables sólo aceptan un cierto número de procesos de reciclado, no son infinitamente reciclables. Asimismo, es necesario indicar que frecuentemente los productos de reciclaje presentan, por lo general, una calidad menor a la de los originales.

Como se puede notar reducir, reutilizar y reciclar no son sinónimos, por el contrario cada concepto tiene sus características particulares. Esto es necesario saber para poder discutir qué tan factible es reducir, reutilizar o reciclar los plásticos desde diferentes ámbitos, tales como la escuela, nuestra casa o vecindario.

Adaptado por Pérez de Lara-González: 2008)

2. En busca de la reducción, reutilización o reciclaje de plásticos.

Observa si en tu escuela, vecindario o casa existe la reducción, reutilización o reciclado de plástico. En el siguiente espacio describe algunos ejemplos para cada caso, en el caso de que no exista, propón qué se podría hacer. Considera las ideas principales que seleccionaste en la lectura previa.

Escuela	**Vecindario**	**Casa**



Actividad 3.6 Código de identificación de plásticos

Completa la siguiente tabla a través de realizar una investigación así como de consultar “Tipos de plásticos según su facilidad de reciclaje” de la siguiente URL: https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/actualidad/tipos-plastico-segun-su-facilidad-reciclaje_12714

Símbolo	Tipo de plástico	Propiedades	Usos	Facilidad reciclaje
1 PETE				
2 HDPE				
3 V				
4 LDPE				
5 PP				
6 PS				
7 OTHER				

 **Actividad 3.7** Los procesos de reciclaje de los plásticos

Completa la tabla siguiente respecto a los diferentes tipos de reciclaje.
Puedes apoyarte del texto "El reciclado de los plásticos" páginas 8–10 de la siguiente URL:
http://biblioteca.anipac.mx/wpcontent/uploads/2016/10/0047_El_Reciclaje_de_los_Plasticos.pdf

Reciclaje	Descripción	Ventajas	Desventajas
Primario			
Secundario			
Terciario			
Cuaternario			

3.2. La revolución de los plásticos. Polímeros derivados del petróleo

El descubrimiento y desarrollo de materiales poliméricos sintéticos (no naturales) a partir del siglo XX se reconoce como uno de los inventos más importantes para mejorar la calidad de vida, por ejemplo: equipos farmacéuticos, aparatos domésticos, televisores, en dispositivos electrónicos, partes automovilísticas, equipos médicos, entre otros. Éstos han desplazado a la madera, al metal y al vidrio en algunos bienes.

Su éxito se debe a la posibilidad de ser adaptados a un sinfín de aplicaciones especiales y porque son a la vez, económicos, livianos, inalterables a los agentes atmosféricos (corrosión), versátiles, aislantes de la corriente eléctrica, resistentes al agua y a la descomposición bacteriana (no biodegradables).

a) El petróleo, materia prima de los polímeros (destilación fraccionada y cracking)

La fabricación de polímeros sintéticos está asociada en gran medida con la utilización de materias primas fósiles, ya sea gas natural o petróleo, aproximadamente, 5-8% de la producción mundial de petróleo es utilizado para la fabricación de plástico.

Existen diferentes tipos de petróleo crudo (identificados por su origen geográfico o densidad) y es una mezcla compleja de compuestos orgánicos, principalmente de carbono e hidrógeno, además, de azufre, entre otros. El petróleo crudo es extraído del subsuelo, se somete a un proceso de destilación y luego a procesos químicos, permitiendo extraer una gran variedad de materiales.



Actividad 3.8 Refinación del petróleo

Realiza una investigación y observa el video disponible en la siguiente URL
¿Cómo funciona una refinería?
https://www.youtube.com/watch?v=tFJ064TLW4E

Responde las siguientes preguntas:

1. ¿Qué es el petróleo? y ¿cómo se clasifica?

____

____

____

2. ¿Cuáles son los tipos de petróleo crudo en México y sus características?

____

____

3. ¿Qué es la refinación del petróleo?

____

____

4. ¿Qué es una destilación fraccionada?

____

____

5. ¿Qué es el cracking?

____

____

6. ¿Qué es el cracking térmico?

____

____

7. ¿Qué es el cracking catalítico?

____

____

8. ¿Cuál es la función del hidrotratamiento?

____

____

9. ¿Por qué se tiene que llevar a cabo el hidrotratamiento?

____

____

10. ¿Qué es el proceso de mezcla final o blending?

____

____

11. Escribe en la figura 3.2 los productos que se obtienen de la refinación de petróleo y sus usos:

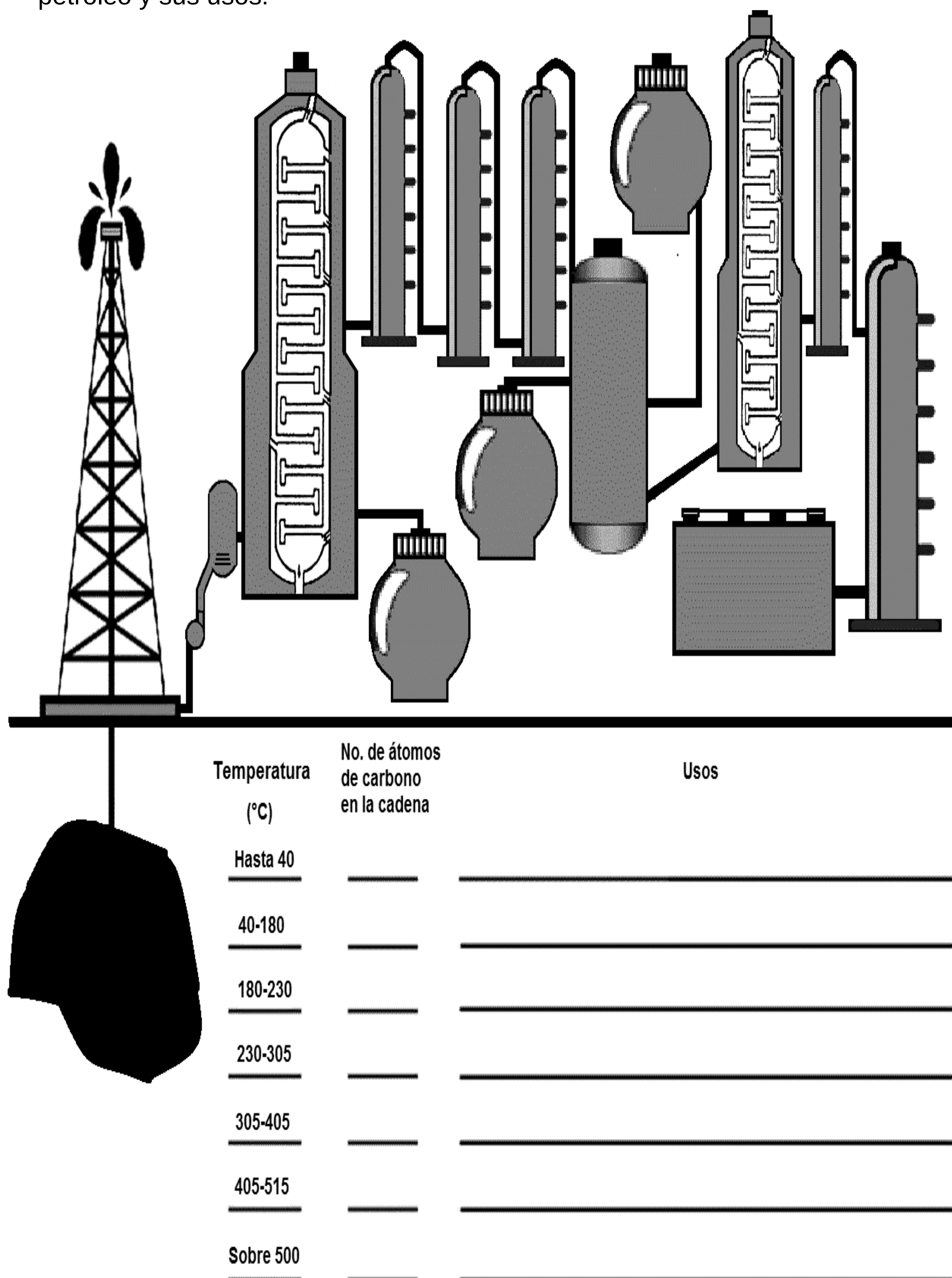


Figura 3.2 Esquema de la refinación del petróleo (Herrera, 2019)

b) El carbono, base de los monómeros: enlace covalente (polímero, monómero, estructura de los polímeros, clasificación de los polímeros, usos y sus propiedades

A finales del siglo XIX se puede definir como la época de los plásticos y a partir de este momento ha revolucionado nuestra vida cotidiana. Algunos de estos polímeros se han obtenido por un descubrimiento al azar y otros a través de muchos años de investigación. Los polímeros que usamos en nuestra vida diaria han sido usados con éxito en múltiples productos de consumo, la mayoría son sintéticos con propiedades y aplicaciones variadas.



Actividad 3.9 Conociendo el mundo de los polímeros

Relaciona las siguientes columnas:

A	Son moléculas de gran tamaño formadas por la unión de una o más unidades que se repiten.	( )	Monómero
B	Son moléculas que bajo condiciones apropiadas de presión y temperatura pueden ser modelados.	( )	Polimerización
C	Es una molécula de pequeña masa molecular que unida a otros generalmente forman macromoléculas.	( )	Polímero
D	Es el proceso en el que se lleva a cabo un conjunto de reacciones químicas que unen muchas unidades pequeñas para obtener una macromolécula.	( )	Plásticos

¿Cómo se clasifica a los polímeros?

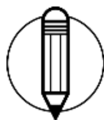
Muchos de los materiales que utilizamos están hechos de polímeros y se clasifican por su:

Origen
- Natural
- Sintético

Estructura de la cadena
- Homopolímero
- Copolímero
- Entrecruzado
- Lineal
- Ramificado

Comportamiento con la variación de temperatura

- Termoplásticos
- Termoestables



Actividad 3.10 Polímeros en la vida cotidiana

1. Observa las siguientes imágenes y escribe en la línea la clasificación del polímero según corresponda.

1. Por su origen













2. Estructura de la cadena







3. Comportamiento con la variación de temperatura







Figura 3.3 Clasificación de los materiales poliméricos de la vida cotidiana (Herrera, 2019)

2. Investiga las propiedades físicas, químicas y mecánicas de los materiales poliméricos que se indican en la tabla.

Material polimérico	Propiedades físicas, químicas y mecánicas
Termoplásticos	
Termoestables	
Elastómeros	

3. Escribe en la figura 3.4 el nombre del polímero que se utiliza en la fabricación del automóvil.

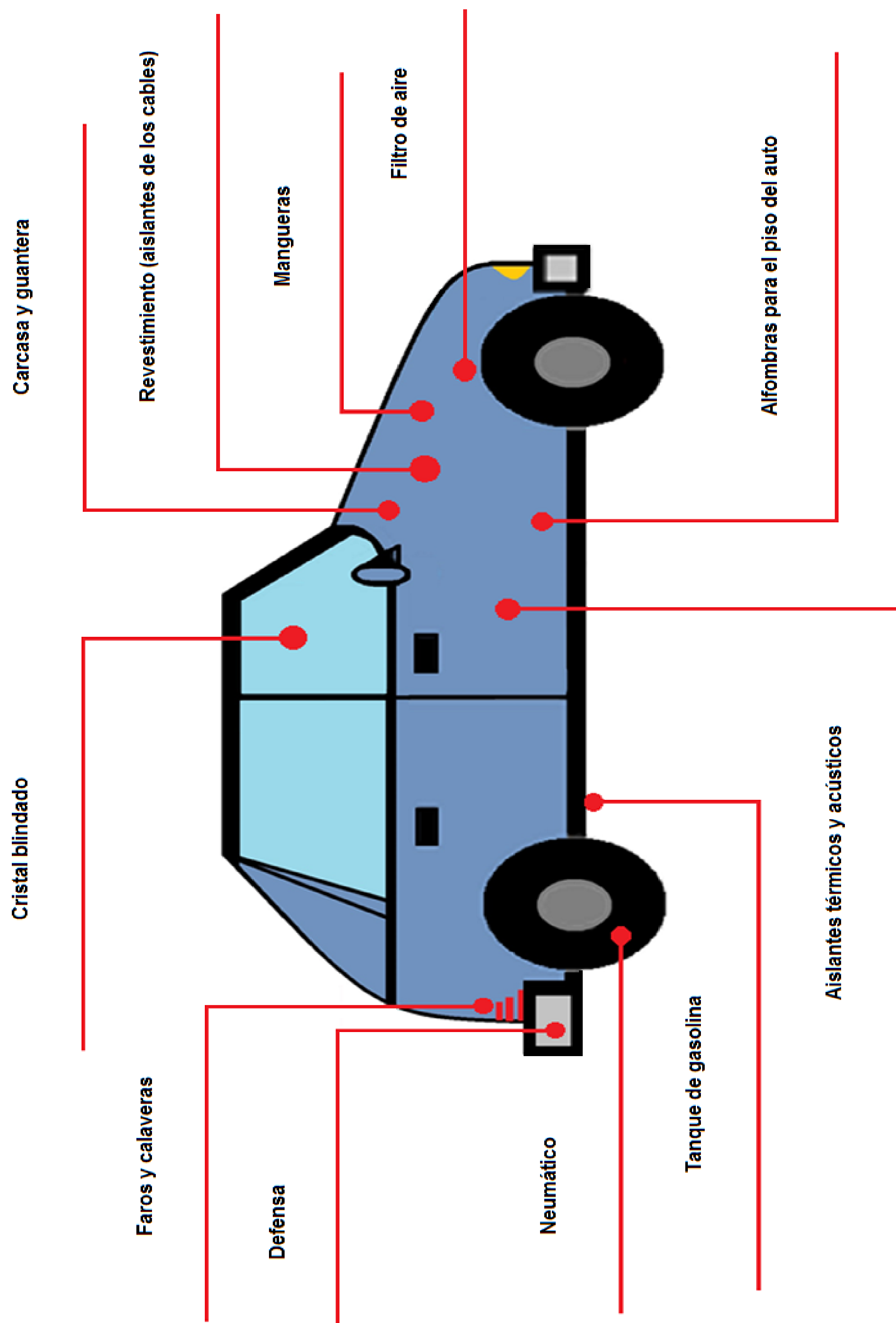


Figura 3.4 Aplicación de los polímeros en la industria del automóvil (Herrera, 2019)

c) Grupos funcionales presentes en los monómeros (estructura y nomenclatura IUPAC): alquenos, halogenuros de alquilo, alcoholes, fenoles, aldehídos, ácidos carboxílicos, ésteres, amidas y nitrilos

El polímero es una molécula muy grande constituida por las uniones repetidas de muchas unidades pequeñas llamadas monómeros, los cuales son moléculas orgánicas formadas por carbono e hidrógeno, pueden incluir otros elementos como nitrógeno, oxígeno, halógenos, entre otros; en su estructura química y a éstos se les llama grupos funcionales.

El grupo funcional es la parte de la molécula del polímero que es responsable de su comportamiento químico y de sus propiedades. Es un átomo o grupo de átomos unido a una cadena carbonada (cadenas de carbono e hidrógeno), que identifica a una clase de compuestos orgánicos que se dividen en: alquenos, alcoholes, aldehídos, carboxílicos, ésteres, amidas entre otros.

Tabla 3.1 Grupos funcionales presentes en los monómeros

Grupo funcional	Fórmula
Alquenos	-C=C- (con un enlace vertical sobre cada C)
Alquinos	-C≡C-
Halogenuros de alquilo	R-X
Ácidos carboxílicos	R-COOH
Aldehídos	-CH=O

Grupo funcional	Fórmula
Alcoholes	R-OH
Fenoles	Ar-OH
Ésteres	R-COO-R´
Amidas	R-CO-NH_2
Nitrilos	R-C≡N

Se emplea los siguientes símbolos para representar:
R y R´= grupo alquilo, iguales o distintos
Ar= grupo arilo
X= halógeno (Cl, Br, I y F)



Actividad 3.11 Grupos funcionales en la estructura de los monómeros y polímeros

Consulta la siguiente URL:

Unidad 10: MACROMOLÉCULAS
http://fresno.pntic.mec.es/~fgutie6/quimica2/ArchivosHTML/Teo_10.htm

Identifica el grupo funcional representado en la estructura del (de los) monómero(s) y del polímero.

Polímero sintético	Estructura del monómero(s)	Nombre(s) del (de los) grupo(s) funcionales en monómero	Propiedades y usos
Polipropeno (PP)			
Politetrafluoroetileno Teflón (PTFE)			
Poliacrilonitrilo (PAN)			
Polimetracrilato de metilo (PMMA)			

Polímero sintético	Estructura del monómero(s)	Nombre(s) del (de los) grupo(s) funcionales en monómero	Propiedades y usos
Policarbonato (PC)			
Poliestireno (PS)			
Poliuretanos (PU)			
Baquelita			
Kevlar			
Poliacetato de vinilo PVA			

Nomenclatura de compuestos orgánicos

La Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC) se encarga de establecer las reglas para nombrar a los compuestos orgánicos.

Alcanos

Son hidrocarburos formados por cadenas de átomos de carbono enlazados entre sí, por uniones sencillas carbono–carbono (–C–C–), pueden ser lineales o ramificados. A partir de cinco carbonos se nombran mediante prefijos griegos, los cuales indican el número de átomos de carbono y la terminación "ano". Su fórmula general es C_nH_{2n+2}, donde la letra n representa el número de átomos de carbono en la molécula del compuesto.

Tabla 3.2 Alcanos lineales

No. de carbonos	Estructura	Nombre
1	CH_4	metano
2	CH_3-CH_3	etano
3	CH_3-CH_2-CH_3	propano
4	CH_3-CH_2-CH_2-CH_3	butano
5	CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3	pentano
6	CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3	hexano
7	CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3	heptano
8	CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3	octano
9	CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3	nonano
10	CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3	decano
11	CH_3-$(CH_2)_9$-CH_3	undecano
12	CH_3-$(CH_2)_{10}$-CH_3	dodecano
13	CH_3-$(CH_2)_{11}$-CH_3	tridecano
14	CH_3-$(CH_2)_{12}$-CH_3	tetradecano
15	CH_3-$(CH_2)_{13}$-CH_3	pentadecano

Radicales alquilo

En la tabla 3.3 se describen los principales radicales alquilo (ramificaciones o grupos alquilo), se indica el alcano del cual procede, su estructura y su nombre.

Tabla 3.3 Radicales alquilo de uso más común

Alcano	Grupo alquilo	Nombre
CH_4	CH_3-	metil(o)
CH_3-CH_3	CH_3-CH_2-	etil(o)
CH_3-CH_2-CH_3	CH_3-CH_2-CH_2-	propil(o)
	CH_3-CH- CH_3	isopropil(o)
CH_3-CH_2-CH_2-CH_3	CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-	butil(o)
	CH_3 CH_3-CH_2-CH -	*sec*butil(o)
	CH_3 CH_3-CH-CH_2 -	isobutil(o)
	CH_3 CH_3-C– CH_3	*ter*butil(o)

Reglas para alcanos, alquenos y alquinos ramificados

1. Selecciona la cadena PRINCIPAL, es decir, la que tenga el mayor número de átomos de carbono. Si dos cadenas tienen el mismo número de átomos de carbono se selecciona como principal la que contenga mayor número de radicales alquilo.

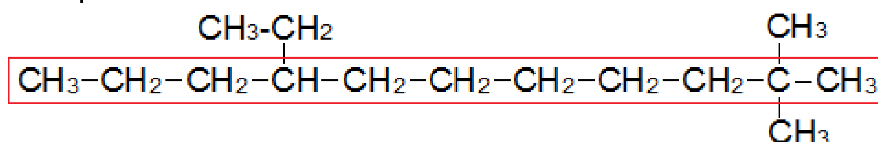


Figura 3.5 Selección de cadena principal
(Herrera, 2019)

NOTA: para el caso de los alquenos o alquinos se selecciona la cadena más larga de átomos de carbono que contenga el doble o el triple enlace.

2. Numera la cadena principal empezando por el extremo que tenga el grupo alquilo o ramificación más próxima.

NOTA: para alquenos/alquinos se numera la cadena por el extremo más próximo al doble o al triple enlace.

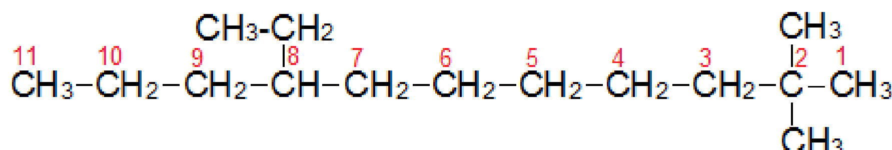


Figura 3.6 Numerar la cadena principal
(Herrera, 2019)

3. Ordena alfabéticamente los grupos alquilo y los prefijos (iso, neo), en tanto que ter, *sec* y los prefijos numerales (di, tri, etc.), no entran en el orden alfabético.

4. Indica el número del átomo de carbono donde se encuentra el grupo alquilo o ramificación y el prefijo di, tri, tetra... según el caso.

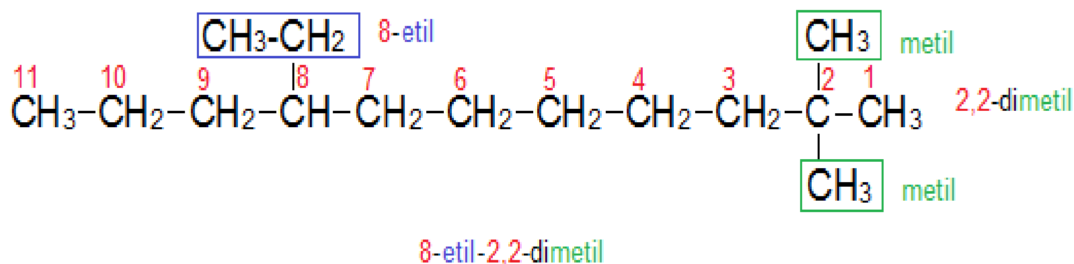


Figura 3.7 Grupos alquilo
(Herrera, 2019)

5. Finalmente, mencionar el nombre que corresponda a la cadena principal.

NOTA: al escribir el nombre de la cadena principal se debe anteponer el número donde se encuentra el doble o el triple enlace, en el caso de los alquenos y alquinos.

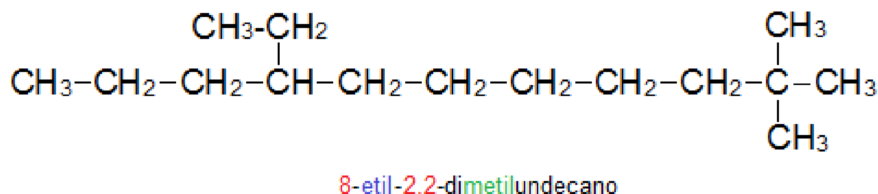


Figura 3.8 Nombre del hidrocarburo
(Herrera, 2019)



Actividad 3.12 Nomenclatura IUPAC para alcanos

Indica para cada fórmula química su nombre según la IUPAC.

Fórmula de alcano	Nombre IUPAC
$H_3C-CH_2-CH_3$	
$H_3C-(CH_2)_6-CH_3$	
$H_3C-CH-CH_2-CH_3$ $\vert$ CH_3	
CH_3 H_2C-CH_3 $H_3C-CH-CH-CH_2-CH-CH_2-CH_3$ $H_2C-CH_2-CH_3$	
CH_3 H_2C-CH_3 $H_3C-C-CH_2-C-CH_2-CH_3$ CH_3 CH_3	
$H_3C-CH-CH_2-CH_2-CH_3$ $\vert$ H_2C-CH_3	
CH_3 H_2C-CH_3 $H_3C-C-CH_2-CH_2-CH_2-C-CH_2-CH_3$ CH_3 CH_3	
$H_3C-CH-CH_2-CH_3$ $\vert$ $H_3C-C-CH_3$ $\vert$ $H_3C-CH-CH_2-CH-CH_2-CH_2$ CH_3 $H_3C-CH_2-CH_2$	

Alquenos

Los alquenos son hidrocarburos que se caracterizan por tener un doble enlace entre dos átomos de carbono ($-\overset{|}{C}=\overset{|}{C}-$). La fórmula general de los alquenos con un solo doble enlace es C_nH_{2n}, donde la letra n representa el número de átomos de carbono en la molécula del compuesto, se nombran reemplazando la terminación “ano” del correspondiente alcano por “eno”.

Consulta la siguiente URL:
Alquenos
http://www.alonsoformula.com/organica/alquenos.htm

Si hubiera más de un doble enlace se emplean las terminaciones, "dieno", "trieno", entre otros, precedidas por los números que indican la posición de esos dobles enlaces.

Ejemplos:



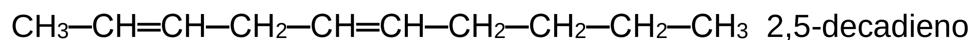


Figura 3.9 Alquenos
(Herrera, 2019)



Actividad 3.13 Nomenclatura de alquenos

1. Indica para cada fórmula química su nombre según la IUPAC.

Fórmula	Nombre
$H_3C-CH_2-CH=CH_2$	
$H_3C-CH_2-CH=CH-CH_3$	
$H_2C=CH-CH_2-CH(CH_3)-CH_3$	

Fórmula	Nombre
$H_3C-CH-CH=CH-C=CH_2$ $\quad\;\; \vert \qquad\qquad\qquad\quad \vert$ $\quad H_2C-CH_3 \qquad\quad CH_3$	
$H_2C-CH=CH-CH-CH_3$ $\vert \qquad\qquad\qquad\quad \vert$ $H_2C-CH_3 \qquad H_2C-CH_3$	
$H_3C-CH=CH-CH=CH_2$	
$H_2C-CH=C-CH_2-CH_2-CH_3$ $\vert \qquad\qquad \vert$ $CH_2 \qquad CH_2$ $\vert \qquad\qquad \vert$ $CH_3 \qquad HC=CH_2$	
$\qquad\qquad\qquad\quad CH_3$ $\qquad\qquad\qquad\quad \vert$ $H_3C-CH_2-C=C-CH_2-CH_2-CH-CH_3$ $\qquad\qquad\quad \vert \qquad\qquad\qquad\qquad\quad \vert$ $\qquad\quad H_2C-CH_3 \qquad\qquad\qquad CH_3$	

Alquinos

Su fórmula general es C_nH_{2n-2}, donde la letra n representa el número de átomos de carbono en la molécula del compuesto, la cual se aplica a compuestos con un triple enlace entre carbono-carbono (-C≡C-). Se nombran sustituyendo el sufijo -ano del alcano con igual número de carbonos por “ino”.

Consulta la siguiente página web:
Nomenclatura de Alquinos - Reglas IUPAC
https://www.quimicaorganica.org/alquinos/nomenclatura-alquinos/284-nomenclatura-de-alquinos-reglas-iupac.html

Ejemplos:



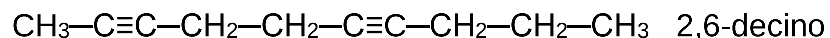


Figura 3.10 Alquinos
(Herrera, 2019)



Actividad 3.14 Nomenclatura de alquinos

1. Indica para cada fórmula química su nombre según la IUPAC.

Fórmula	Nombre IUPAC
$H_3C-CH_2-CH_2-C\equiv CH$	
$C\equiv C-CH_2-CH_2$ H_2C-CH_3 $C\equiv C-CH_3$	
$H_3C-C\equiv C-CH-CH_2-CH_3$ CH_3	
CH_3 CH_3 $HC\equiv C-CH-CH_2-C-CH_3$ CH_3	
$H_2C-CH_2-CH_3$ $HC\equiv C-CH-C\equiv C-CH-CH_3$ CH_3	
$H_2C-C\equiv CH$ $HC\equiv C-CH-CH_2-CH_3$	
$H_2C-CH_2-CH_2-C\equiv C-CH_3$ H_2C-CH_3	
CH_3 $H_2C-CH-C\equiv C-C\equiv C$ CH_3 $H_3C-CH-CH_3$	

Halogenuro de alquilo

Son hidrocarburos que contienen átomos de halógeno en su molécula, la fórmula general es ($C_nH_{2n+1}X$), la cual se aplica a compuestos con un solo halogenuro, donde la letra n representa el número de átomos de carbono en la molécula del compuesto y la letra X representa un átomo de halógeno (F, Cl, Br o I).

Nomenclatura IUPAC

1. Selecciona la cadena principal que contenga el carbono unido al átomo de halógeno (F, Cl, Br o I).

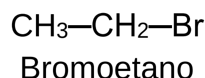
2. La numeración de la cadena se inicia por el extremo más cercano al átomo del halógeno.

3. Se indica la posición que ocupa el halógeno en la cadena, los dobles y triples enlaces tienen prioridad sobre el halógeno en la asignación de los números.

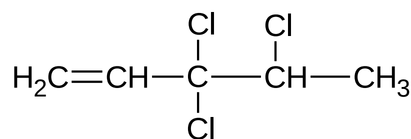
4. Si un halógeno se repite, se utilizan los prefijos “di”, “tri”, “tetra”, “penta”, entre otros.

5. Se escribe el nombre de la cadena principal.

Ejemplos:



Bromoetano



3,3,4-tricloro-1-penteno

Figura 3.11 Halogenuros
(Herrera, 2019)



Actividad 3.15 Nomenclatura de halogenuros de alquilo

Indica para cada fórmula química su nombre según la IUPAC.

Fórmula	**Nombre IUPAC**
$H_2C—CH_2—CH_2—CH_3$ (Cl unido al primer carbono)	

Fórmula	Nombre IUPAC
$H_3C-CH=CH-\underset{Br}{CH_2}$	
$H_3C-CH_2-CH=\overset{Cl}{C}-CH_3$	
$H_3C-\overset{Br}{CH}-\overset{Br}{CH}-CH_3$	
$H_3C-CH_2-\underset{Cl}{\overset{Cl}{C}}-CH_3$	
$H_3C-CH_2-\underset{Cl}{\overset{Cl}{C}}-CH_3$	
$H_3C-\overset{Br}{CH}-CH_3$	
$\underset{Cl}{H_2C}-CH=CH_2$	
$Cl-CH_2-Cl$	
$H_3C-CH_2-\overset{Cl}{CH}-CH_2-\overset{Br}{CH}-CH_3$	

Alcoholes

Los alcoholes son compuestos orgánicos cuyas moléculas tienen grupos hidroxilos (–OH) unidos a un átomo de carbono saturado, su fórmula general es R–OH, donde R es un grupo alquilo o alquilo sustituido. Para dar el nombre, se elimina la letra “o” de la terminación del alcano y se añade el sufijo “ol”.

Nomenclatura IUPAC

1. Selecciona la cadena más larga de carbonos que contenga al grupo –OH.

2. Se cambia la letra “o” de la terminación del alcano y se añade el sufijo “ol” para obtener el nombre base.

3. Numera la cadena de carbonos más larga comenzando por el extremo más próximo al grupo hidroxilo y se indica el número de la posición del –OH. El grupo hidroxilo tiene preferencia sobre los dobles y triples enlaces.

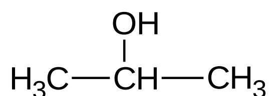
4. Si hay dos grupos hidroxilo (–OH) se utiliza el término "diol" y la posición en la cual se encuentran los dos grupos hidroxilo. Sin embargo, si hay tres grupos hidroxilo (–OH) se utiliza el término "triol" y la posición en la cual se encuentran los tres grupos hidroxilo.

5. Si hay sustituyentes, estos se nombran como se hace en los alcanos.

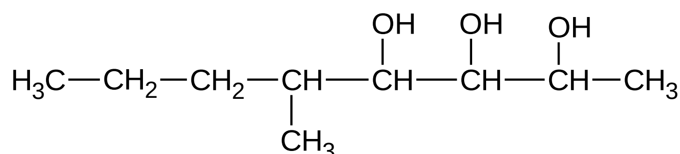
Ejemplos:



Etanol



2-propanol



5-metil-2,3,4-octanotriol

Figura 3.12 Alcoholes
(Herrera, 2019)



Actividad 3.16 Nomenclatura de alcoholes

1. Indica para cada fórmula química su nombre según la IUPAC.

Fórmula del alcohol	Nombre IUPAC
$H_3C-CH(OH)-CH(OH)-CH_3$	
$H_2C(OH)-CH(CH_3)-CH_2-CH(OH)-CH_3$	
$H_2C(OH)-CH(OH)-CH_2(OH)$	
$H_3C-CH_2-CH(OH)-CH_3$	
$H_3C-CH(OH)-CH_2-CH(CH_2-CH_3)-OH$	
$H_3C-CH(OH)-CH(OH)-CH_2(OH)$	
$H_3C-CH(CH_3)-CH(OH)-CH_2-CH_2(OH)$	
$H_3C-CH(OH)-CH_2(OH)$	
$H_3C-CH_2-CH_2-CH_2-CH(OH)-CH_2-CH_3$	

Fenoles

El benceno tiene seis átomos de carbono y seis átomos de hidrógeno que componen un hexágono en su estructura de anillo, es un hidrocarburo aromático. En los vértices de esta figura aparecen los átomos de carbono, con tres enlaces simples y tres dobles que se sitúan en posiciones alternas. El benceno presenta dos formas de resonancia en su estructura, es decir, los enlaces cambian continuamente de posición para adquirir una mayor estabilidad debido a la deslocalización electrónica en sus enlaces y a esto se le llama resonancia (figura 3.13).

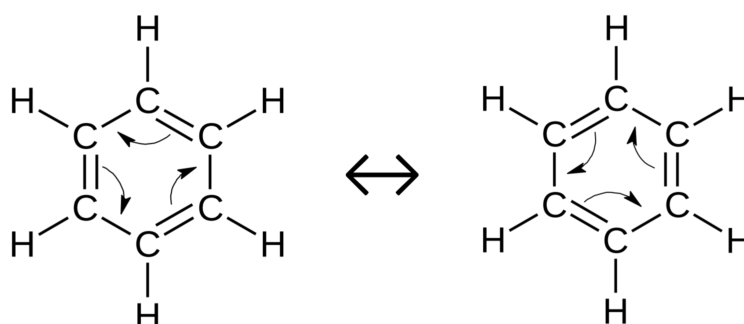


Figura 3.13 Estructura de enlaces y resonancia del benceno
(Herrera, 2019)

Los tres dobles enlaces en el benceno y su resonancia también se representan como se muestra en la figura 3.14.

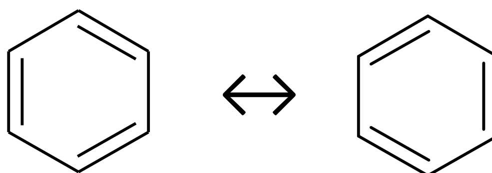
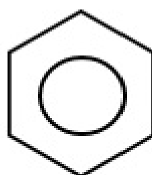


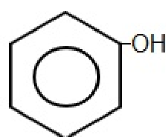
Figura 3.14 Otra representación del benceno y su resonancia
(Herrera, 2019)

Normalmente se representa como un hexágono regular y con un círculo en el interior, para hacer notar que los tres dobles enlaces del benceno están deslocalizados, disociados y estabilizados por resonancia.

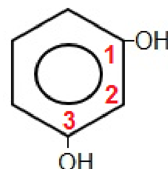


Benceno
Figura 3.15 Estructura del benceno
(Herrera, 2019)

Los fenoles se obtienen al sustituir uno o más átomos de hidrógeno del benceno por el grupo hidroxilo (-OH), se nombran como los alcoholes y con la terminación "ol". El fenol es el miembro más sencillo de este grupo de compuestos.



Fenol



1,3-bencenodiol

Figura 3.16 Estructura de fenoles
(Herrera, 2019)

Nomenclatura IUPAC

1. Identifica el grupo –OH en la estructura del compuesto orgánico, ver figura 3.17.

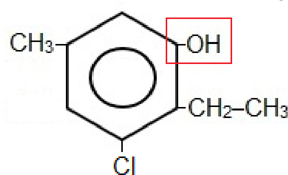
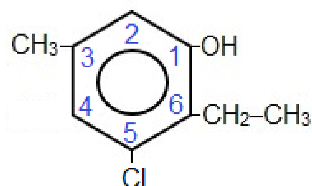
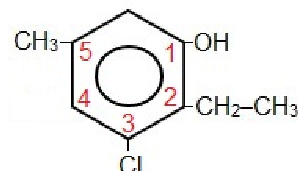


Fig. 3.17 Compuesto orgánico de fenoles
(Herrera, 2019)

2. Cuando el benceno tiene varios sustituyentes, diferentes del OH, se comienza a contar por el grupo OH, su numeración de los sustituyentes debe ser el más bajo, ver figura 3.18.



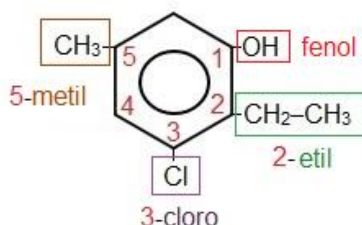
La numeración es incorrecta, el sustituyente más cercano tiene la numeración de 3.

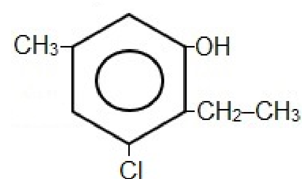


La numeración es correcta, el sustituyente más cercano tiene la numeración de 2.

Fig. 3.18 Numeración de sustituyentes en fenoles
(Herrera, 2019)

3. Se ordenan los sustituyentes por orden alfabético.

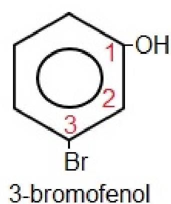




3-cloro-2-etil-5-metilfenol

Fig. 3.19 Orden alfabético para nombrar compuestos fenoles
(Herrera, 2019)

Ejemplos:



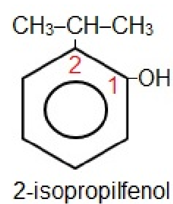


Figura 3.20 Fenoles
(Herrera, 2019)



Actividad 3.17 Nomenclatura de fenoles

Indica para cada fórmula química su nombre según la IUPAC.

Fórmula de fenoles	Nombre IUPAC
OH Cl Cl	
OH CH_3	
OH $CH_2–CH_3$ CH_3	
OH CH_3 CH_3	

Fórmula de fenoles	Nombre IUPAC
CH_3 , OH , CH_3 , $CH_2–CH_3$	
OH , CH_3 , CH_3 , CH_3	
$CH_3–CH–CH_3$, OH	

Aldehídos

Son compuestos orgánicos que presentan el grupo carbonilo ($-\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}-$).

En un carbono terminal y un átomo de hidrógeno. Su fórmula general es R–CHO y se cambia la terminación “o” del alcano por “al”.

Nomenclatura IUPAC

1. Busca la cadena más larga que contenga al grupo carbonilo.

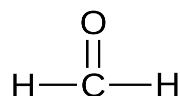
2. Numera a partir del carbono del grupo carbonilo. Utiliza las mismas reglas de los alcanos, para indicar los grupos sustituyentes.

3. Nombra a la cadena principal, cambiando la terminación “o” por “al”.

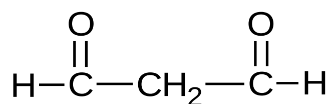
4. Si hay dos grupos aldehídos se utiliza el término "dial".

5. Si hay sustituyentes, estos se nombran como se hace en los alcanos.

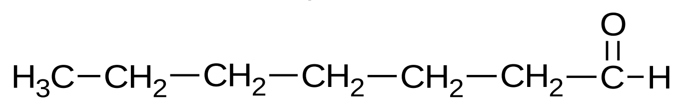
Ejemplos:



Metanal

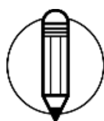


Propanodial



Heptanal

Figura 3.21 Aldehídos
(Herrera, 2019)



Actividad 3.18 Nomenclatura de aldehídos

Indica para cada fórmula química su nombre según la IUPAC.

Fórmula de aldehído	Nombre IUPAC
$H-\overset{\overset{O}{\|\|}}{C}-CH_2-CH_3$	
$H-\overset{\overset{O}{\|\|}}{C}-CH_3$	
$H-\overset{\overset{O}{\|\|}}{C}-CH_2-CH_2-CH_3$	
$H-\overset{\overset{O}{\|\|}}{C}-\underset{\underset{CH_3}{\|}}{CH}-CH_3$	

Fórmula de aldehído	Nombre IUPAC
$H-\overset{\overset{\Large O}{\|\|}}{C}-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-\overset{\overset{\Large O}{\|\|}}{C}-H$	
$H-\overset{\overset{\Large O}{\|\|}}{C}-\underset{\underset{CH_3}{\|}}{CH}-CH_2-CH_2-CH_2-\overset{\overset{\Large O}{\|\|}}{C}-H$	
$H-\overset{\overset{\Large O}{\|\|}}{C}-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$	
$H-\overset{\overset{\Large O}{\|\|}}{C}-(CH_2)_7-CH_3$	

Ácidos carboxílicos

Son compuestos que tienen un grupo carbonilo y un grupo hidroxilo en el mismo átomo de carbono ($-\overset{\overset{O}{||}}{C}-OH$). Su fórmula general es R–COOH y donde R es un grupo alquilo.

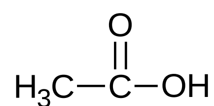
Nomenclatura IUPAC

1. Identifica la cadena más larga de átomos de carbono a la que está unido el grupo carboxilo, el carbono del carboxilo se considera el número uno.

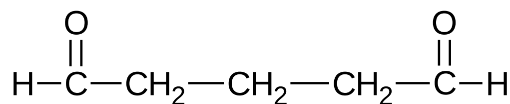
2. Sigue las reglas, mencionadas en el caso de los alcanos para los grupos sustituyentes.

3. Nombra la cadena principal, anteponiendo al nombre del hidrocarburo la palabra ácido y sustituye la terminación "o" del alcano por "oico".
   Consulta la siguiente página web: Ácidos carboxílicos
   http://www.alonsoformula.com/organica/acidos_carboxilicos.htm

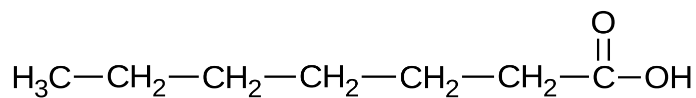
Ejemplos:



Ácido etanoico



Ácido pentanodioico



Ácido heptanoico

Figura 3.22 Ácidos carboxílicos
(Herrera, 2019)



Actividad 3.19 Nomenclatura de ácidos carboxílicos

Indica para cada fórmula química su nombre según la IUPAC.

Fórmula	Nombre IUPAC
$HO-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-(CH_2)_8-CH_3$	
$HO-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-CH_2-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH$	
$H_3C-\underset{\underset{CH_3}{\|}}{\overset{\overset{CH_3}{\|}}{C}}-CH_2-CH_2-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH$	
$HO-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$	

Fórmula	Nombre IUPAC
$HO-C(=O)-CH_2-CH_3$	
$C_6H_5-C(=O)-OH$	
$HO-C(=O)-CH_2-C(CH_3)(CH_2-CH_3)-CH_2-CH_3$	
$H_3C-CH(CH_3)-CH(CH_3)-CH(CH_3)-CH_2-C(=O)-OH$	

Ésteres

Son derivados de los ácidos carboxílicos en los que se ha sustituido el grupo hidroxilo (–OH) por un grupo alcóxido (RO–). Su fórmula general es RCOOR, donde R es un grupo alquilo que pueden ser iguales o distintos.

Se nombran partiendo del radical ácido, RCOO-, terminado en "-ato", seguido del nombre del radical alquilo, R.

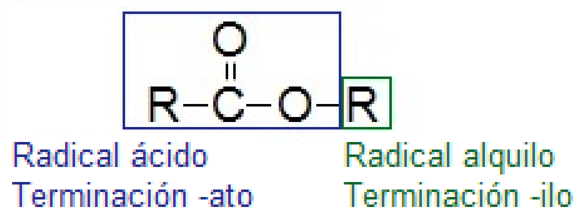
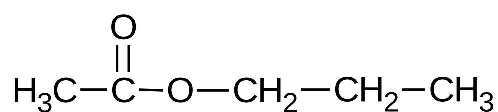


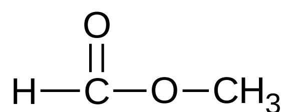
Figura 3.23 Ésteres
(Herrera, 2019)

- Consulta la siguiente URL:
  Ésteres
  http://www.alonsoformula.com/organica/esteres.htm

Ejemplos:

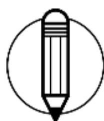


Etanoato de propilo



Metanoato de metilo

Figura 3.24 Nomenclatura ésteres
(Herrera, 2019)



Actividad 3.20 Nomenclatura de ésteres

Indica para cada fórmula química su nombre según la IUPAC.

Fórmula	**Nombre IUPAC**
$H_3C-CH_2-CH_2-C(=O)-O-CH_2-CH_2-CH_3$	
$H_3C-CH_2-CH_2-C(=O)-O-CH_3$	
$C_6H_5-C(=O)-O-CH_2-CH_3$	
$CH_3-CH_2-C(=O)-O-C_6H_5$	
$H_3C-CH(CH_3)-CH_2-C(=O)-O-CH(CH_3)-CH_3$	

Fórmula	Nombre IUPAC
$H_3C-C(CH_3)_2-CH_2-C(=O)-O-CH(CH_3)-CH_2-CH_3$	
$H_3C-CH_2-C(=O)-O-CH_2-CH(CH_3)-CH_3$	
$H_3C-CH_2-CH(CH_2-CH_3)-C(=O)-O-C(CH_3)_2-CH_3$	
$H_3C-(CH_2)_7-C(=O)-O-CH_2-CH_3$	

Amidas

Son derivados de los ácidos carboxílicos, se sustituye el grupo —OH del ácido por un grupo —NH_2. Su fórmula general es R-CO-NH_2, donde R es un grupo alquilo.

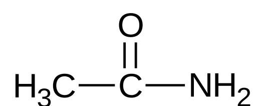
Nomenclatura IUPAC

1. Selecciona la cadena más larga de átomos de carbono a la que está unido el grupo amida (-CO-NH_2), el carbono de este grupo funcional se considera el número uno.

2. Sigue las reglas de los alcanos para los grupos sustituyentes.

3. Cambia la terminación “o” de los alcanos por la terminación “amida”.

Ejemplo:

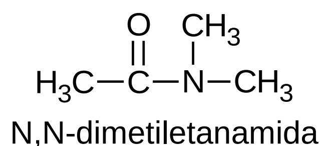


Etanamida

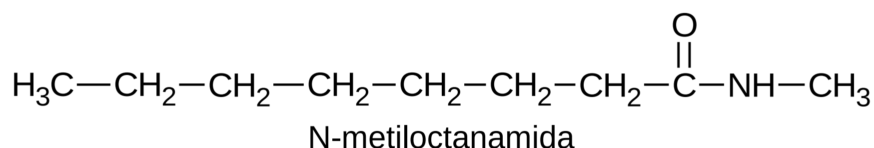
Figura 3.25 Amidas
(Herrera, 2019)

4. En el grupo amida (-CO-NH2) los dos o un átomo de hidrógeno en el N puede ser reemplazado por un grupo alquilo. En caso de encontrarse presentes sustituyentes en el N debe usarse el localizador N- para denotar que el nitrógeno está sustituido.

Ejemplos:



N,N-dimetiletanamida



N-metiloctanamida

Figura 3.26 Aminas con sustituyentes en el nitrógeno
(Herrera, 2019)



Actividad 3.21 Nomenclatura de amidas

Indica para cada fórmula química su nombre según la IUPAC.

Fórmula de amida	Nombre IUPAC
$H_3C-CH_2-CH_2-\overset{\overset{\displaystyle O}{\|\|}}{C}-NH_2$	
$H_3C-\overset{\overset{\displaystyle O}{\|\|}}{C}-NH-CH_3$	
$H_3C-CH_2-CH_2-\overset{\overset{\displaystyle O}{\|\|}}{C}-NH-CH_2-CH_3$	
$H_3C-(CH_2)_4-\overset{\overset{\displaystyle O}{\|\|}}{C}-NH_2$	

Fórmula de amida	Nombre IUPAC
$\overset{O}{\overset{\|}{C}}-NH_2$	
$H_3C-CH_2-CH_2-CH_2-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-NH-CH_2-CH_3$	
$H_3C-(CH_2)_7-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-NH_2$	
$H_3C-\underset{CH_3}{CH}-\overset{CH_3}{CH}-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-NH_2$	
$H_3C-CH_2-\overset{CH_3}{CH}-\underset{CH_3}{CH}-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-NH-CH_2-CH_3$	

Nitrilos

Son compuestos orgánicos que poseen un grupo ciano (-C≡N) y su fórmula general es R-C≡N, donde R es un grupo alquilo.

Nomenclatura IUPAC

1. Para nombrarlos se escribe el nombre del alcano y la terminación "nitrilo".

2. Sigue las reglas de los alcanos para los grupos sustituyentes.
Ejemplos:



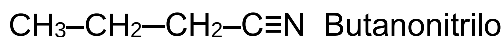


Figura 3.27 Nitrilos
(Herrera, 2019)



Actividad 3.22 Nomenclatura de nitrilos

Indica para cada fórmula química su nombre según la IUPAC.

Fórmula de nitrilo	Nombre IUPAC
$H_3C-C\equiv N$	
$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-C\equiv N$	
$H_3C-CH(CH_3)-CH_2-CH_2-C\equiv N$	
$CH_3-CH_2-C\equiv N$	
$H_3C-CH_2-CH(CH_2-CH_3)-CH_2-C\equiv N$	
$CH_3-(CH_2)_{10}-C\equiv N$	
$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-C\equiv N$	
$H_3C-CH_2-CH(CH_2-CH_3)-CH(CH_3)-CH(CH_3)-C\equiv N$	

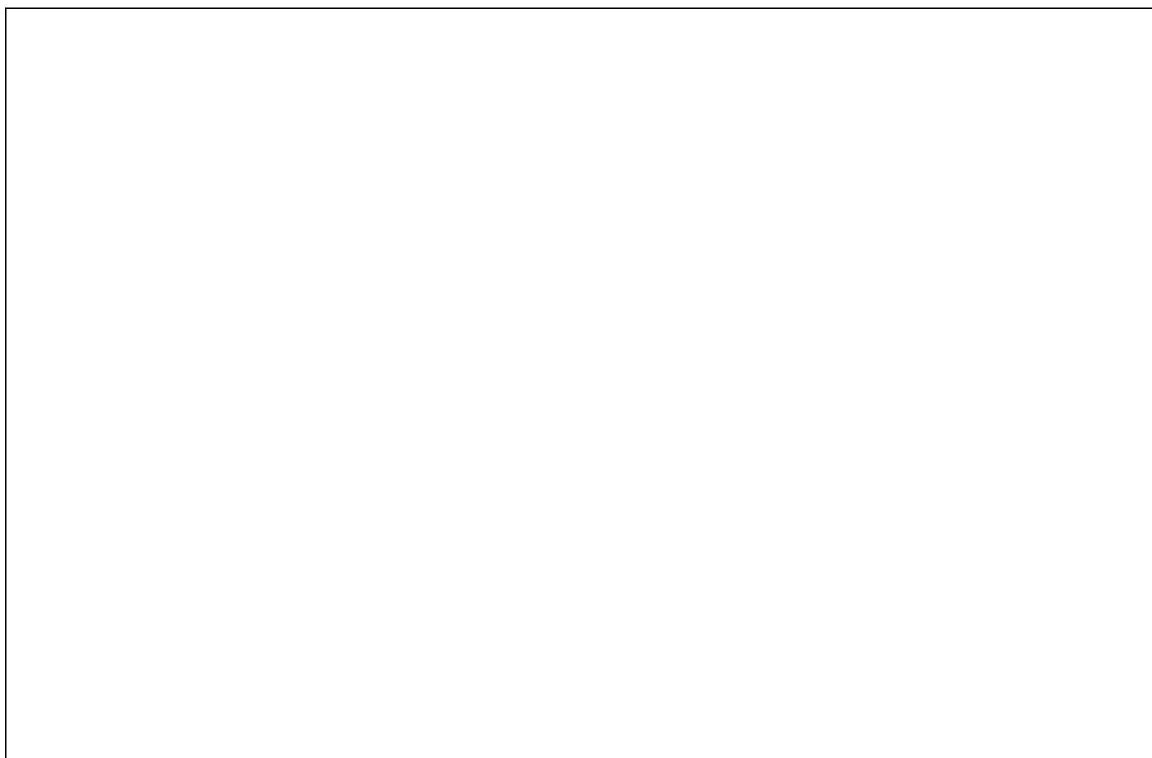
d) Reacciones de polimerización por adición y condensación; ejemplos

La palabra polímero proviene del griego poli (muchas) + meros (partes). La reacción química por la cual se sintetiza un polímero a partir de sus monómeros se llama polimerización, son el conjunto de reacciones químicas por el que los reactivos (monómeros) se agrupan químicamente entre sí, dando lugar a una molécula de gran masa, llamada polímero.



Actividad 3.23 Reacción de polimerización

Considera el párrafo anterior para esquematizar de forma general, cómo se lleva a cabo una reacción de polimerización.



Los dos métodos para la obtención de polímeros son la polimerización por adición y por condensación, donde "n" es la unidad básica que se repite muchas veces en la cadena del polímero y se denomina unidad de repetición.

Adición

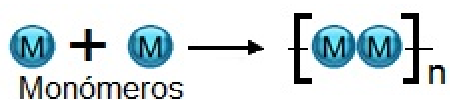


Figura 3.28 Representación de una reacción de adición
(Herrera, 2019)

Condensación

Donde Y y X son grupos funcionales que pueden ser iguales o diferentes y cada uno de ellos se encuentran en el extremo del monómero, X-Y es una molécula pequeña.

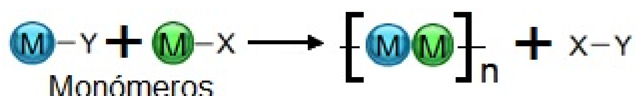


Figura 3.29 Representación de una reacción de condensación
(Herrera, 2019)



Actividad 3.24 Reacción de adición y condensación

Responde las preguntas siguientes:

1. ¿Qué es una reacción de polimerización por adición?

____

____

2. ¿Qué es una reacción de polimerización por condensación?

____

____

____



Actividad 3.25 El polietileno

El polietileno es un polímero cuyo monómero tiene la fórmula $CH_2{=}CH_2$, su estructura es la más simple de todos los polímeros comerciales, se encuentra en nuestra vida diaria, tiene una alta producción mundial y es el más barato. Es una molécula que está formada por una cadena larga de átomos de carbono, con dos átomos de hidrógeno unidos a cada átomo de carbono:

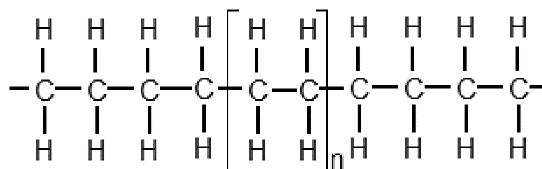


Fig. 3.30 Estructura del polietileno
(Herrera, 2019)

Existen dos tipos de polietileno en el mercado: polietileno de alta densidad y polietileno de baja densidad.

Realiza una investigación y contesta lo siguiente:

1. ¿En cuanto a la estructura química cuál es la diferencia entre el polietileno de alta y de baja densidad?

   ____

   ____

   ____

2. Escribe la ecuación química que representa la reacción de polimerización por radicales libres para la obtención del polietileno de alta densidad (iniciación, propagación y terminación).

3. Escribe la ecuación química que representa la reacción de polimerización por radicales libres para la obtención del polietileno de baja densidad (iniciación, propagación, terminación).



Actividad 3.26 Reacción por condensación

Las sustancias que componen al nailon son poliamidas sintéticas de cadena larga que poseen grupos amida (-CONH-) como parte integral de la cadena polimérica. Existen varias versiones diferentes de nailons, siendo el nailon 6,6 uno de los más conocidos que se obtiene por condensación.

1. Escribe la ecuación química que representa la reacción química de polimerización para la obtención del nailon 6,6.

El polietilentereftalato (PET) es un polímero lineal que se obtiene por condensación. Tiene un alto grado de cristalinidad y es un polímero termoplástico en su comportamiento. Es un material particularmente resistente a la degradación debido a su alta cristalinidad, por lo que ha alcanzado un desarrollo relevante en la producción de fibras textiles y en la producción de envases (botellas y bandejas).

2. Escribe la ecuación química que representa la reacción de polimerización para la obtención del polietilentereftalato (PET).

3.3. Innovación en materiales: biopolímeros

Los polímeros que tienen su origen en el petróleo y en el gas natural se denominan polímeros sintéticos, el amplio rango de aplicaciones de éstos, los hace indispensables en la vida que conocemos. Sin embargo, al llegar al final de su vida útil se convierten en residuos difíciles de eliminar, fundamentalmente los que pertenecen al sector de embalaje, que representan el 36% de la producción mundial, que incluyen bolsas de plástico, popotes, bienes desechables que se producen a gran volumen y que se utilizan sólo una vez.

El sector de embalaje es un factor importante en los problemas ambientales de México y del mundo; dos ejemplos extremos son las bolsas de plástico y los popotes, elaborados con el polietileno (PE) y el polipropileno (PP), respectivamente, tardan en descomponerse entre 450-500 años. Hoy día, el consumo en constante incremento es implacable de la mayoría de los polímeros comerciales empleados en este sector.

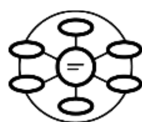
Las ventajas de los polímeros sintéticos son su amplia accesibilidad a la población, debido a que son económicos, livianos, resistentes a los agentes atmosféricos, versátiles, aislantes de la corriente eléctrica, su alta resistencia al agua y a la descomposición bacteriana. Una desventaja fundamental es su largo tiempo de descomposición por la acción de los agentes físicos, químicos y biológicos que se promueven por la exposición a la radiación ultravioleta.

La innovación de materiales actual involucra a los biopolímeros de celulosa y de almidón de yuca; y a los polímeros biodegradables sintéticos tales como polihidroxialcanoatos, a la polilactida (ácido poliláctico), al ácido (láctico-co-glicólico) y a las polilactidas de cadena larga; con el propósito de alcanzar las características fisicoquímicas que presentan los polímeros sintéticos de origen fósil. Sin embargo, la diferencia fundamental a su favor es la biodegradabilidad y/o compostabilidad, que los hace viables en busca de la reducción del impacto ambiental necesario.

a) Biopolímeros renovables: una aplicación de los polímeros naturales (almidón y celulosa)

Se ha desarrollado investigación para la sustitución gradual de los polímeros sintéticos involucrados en el embalaje y han surgido los polímeros que tienen su origen en la biomasa, se conocen como biopolímeros[1], son emergentes y están en constante crecimiento, en el 2014 se produjeron 5.7 millones de toneladas, 2% de la capacidad total de polímeros y se aspira a triplicar su presencia para el 2020.

Dentro de los obstáculos que enfrenta la conversión en el uso de los polímeros sintéticos a biopolímeros y a polímeros biodegradables sintéticos, es su precio y la competitividad de las propiedades de los polímeros sintéticos, así como a sus tecnologías de procesamiento bien establecidas en la industria del plástico. El desafío actual es encontrar una manera eficiente y de bajo costo en la elaboración de biopolímeros y polímeros biodegradables sintéticos. El reemplazo paulatino se presentará al aproximarse a las propiedades fisicoquímicas de los plásticos sintéticos, además de abatir el tiempo de descomposición ideal a seis meses, con la intervención de la degradación de los microorganismos (bacterias, hongos y algas).



Actividad 3.27 Precursores de biopolímeros y de almidón industrial de yuca

1. Realiza la siguiente lectura con el propósito de elaborar un mapa mental para un acercamiento a los biopolímeros, localiza e identifica las ideas principales y secundarias; posteriormente elabora los vínculos necesarios con las imágenes que te permitan elaborar las asociaciones de ideas que consideres esenciales y finalmente elige los colores para expresar visualmente las ideas relacionada.

La celulosa y el almidón como precursores de biopolímeros

La obtención de celulosa a partir del bagazo de caña de azúcar, se inicia a partir de la estructura tridimensional de: hemicelulosa, celulosa y lignina, que coexisten en el material de biomasa. Se hace hincapié en la celulosa como producto deseable, el monómero de glucosa es la unidad que se repite, las moléculas de glucosa forman cadenas largas y no ramificadas, unidas por enlaces glucosídicos beta 1-4, alineadas en filas paralelas que se mantienen en su sitio por los puentes de hidrógeno; ver la figura 3.31.

[1] En esta sección los biopolímeros se dividen en dos categorías, la primera categoría conserva el nombre de biopolímeros y, se refiere a la celulosa y al almidón de yuca. La segunda categoría se refiere a los polímeros biodegradables sintéticos y se refiere a los polihidroxialcanoatos, a la polilactida (ácido poliláctico), al ácido poli (láctico-co-glicólico) y a las polilactidas de cadena larga.

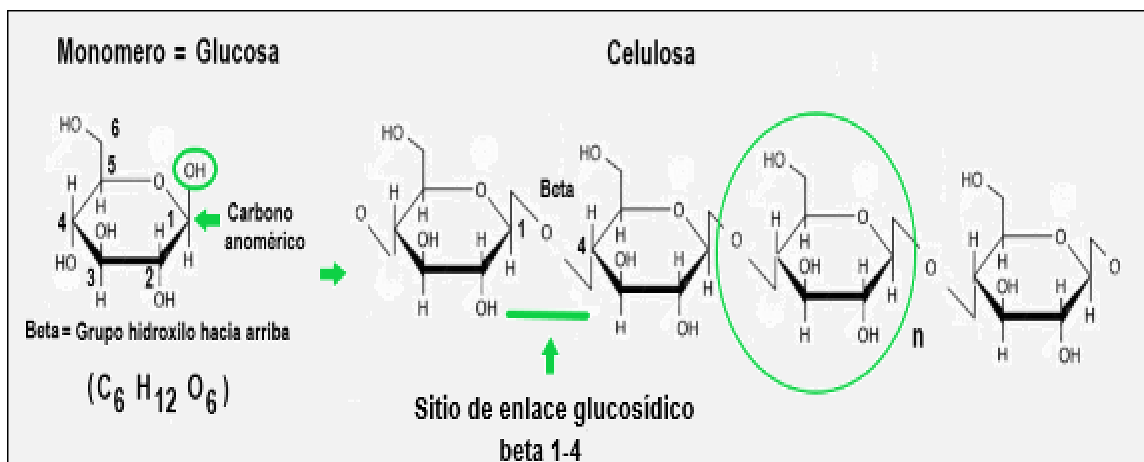


Figura 3.31 Estructura de la celulosa
En la derecha se muestra el monómero, glucosa, su isómero beta se caracteriza porque el hidroxilo en el C1 (carbono anomérico) está hacia arriba (anómero); en el centro el sitio de enlace glucosídico beta 1-4 y en la parte izquierda el monómero en la estructura. (Montero, 2019).

La investigación empleó el bagazo de caña de azúcar[2], se inició con procesos físicos, como la trituración, la extrusión o la irradiación para romper la estructura de la biomasa mecánicamente para disminuir la resistencia de la biomasa lignocelulósica al alcanzar un tamaño en el intervalo de 0.2-2.0 mm y continuar con los tratamientos químicos, enzimáticos o mecánicos. La celulosa es el objeto de estudios en el bagazo de caña de azúcar, por su mejor incorporación en las matrices poliméricas, los investigadores han reducido el tamaño de la celulosa y/o han aislado partes cristalinas de ella, como microfibrillas, nanofibrillas y nanocristales de ésta.

La compañía (Industrial Serrana-Brasil, PHB) ha utilizado el bagazo de caña como fuente de carbono para la producción de polihidroxibutirato (PHB) en una planta de producción piloto; el polímero es un miembro de los polihidroxialcanoatos. Las propiedades del PHB puro obtenido son: resistente al agua, procesabilidad termoplástica, punto de fusión relativamente alto y pureza óptica; hacen del polímero resultante una alternativa atractiva para la sustitución gradual de los plásticos sintéticos.

El PHB tiene otras ventajas sobre los plásticos convencionales, es biodegradado por una variedad de microorganismos, bajo condiciones anaeróbicas en muchos ecosistemas, y puede producirse a partir de fuentes renovables. El bagazo de caña de azúcar es una materia prima ideal, abundante y renovable para la producción de bioplásticos (PHB) y a un precio más competitivo.

[2] El bagazo de caña de azúcar, es el residuo fibroso que permanece después de la extracción del jugo de caña de azúcar. El jugo se utiliza para obtener etanol y azúcar de primera generación.

El otro precursor de biopolímeros que se presenta es el almidón, que se caracteriza por ser un polisacárido de reserva de energía, se encuentra en las células formando estructuras discretas con el nombre de gránulo de almidón, 2 a 100 µm, el tamaño de él en un mismo cereal, tubérculo, leguminosa u otra parte de la planta, es heterogéneo.
.

El almidón es una macromolécula constituida de dos polímeros estructurales distintos, la amilosa y la amilopectina. La amilosa está presente del 22-28% en el almidón, cada una de las vueltas está formada de seis unidades de glucosa; los hidrógenos se orientan al interior de la estructura helicoidal simple, lo que le confiere el caractér no afin al agua, la estructura de la amilosa se muestra en la figura 3.32.

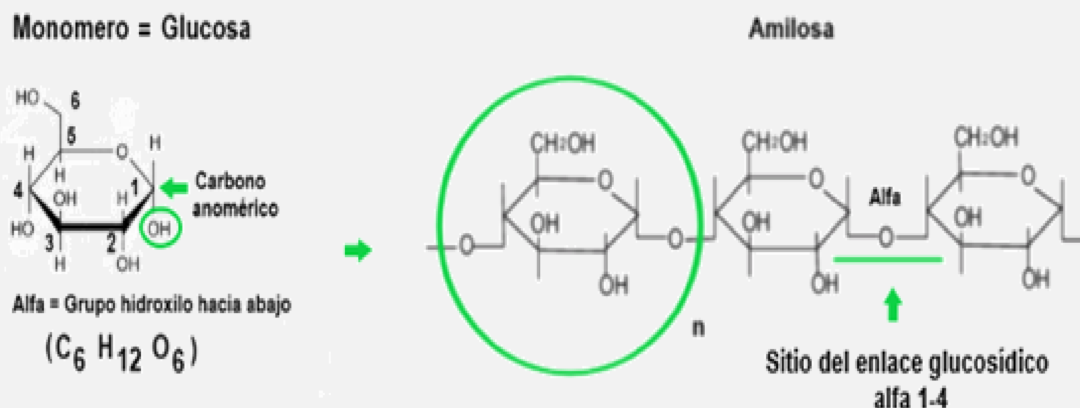


Figura 3.32 Estructura de la amilosa.
En la derecha se muestra el monómero glucosa, su isómero alfa se caracteriza porque el hidroxilo en el C1 (carbono anomérico) está hacia abajo (anómero); en el centro el monómero en la estructura y en la parte izquierda el sitio de enlace glucosídico alfa 1-4.
(Montero, 2019).

La amilopectina está presente del 72-78% en el almidón, las unidades de glucosa están ubicadas en racimos con un ordenamiento compacto producto de la estructura helicoidal doble, la estructura está en la figura 3.33.

Una alternativa deseable es la obtención de almidón termoplástico con base en el almidón de yuca industrial, en desarrollo que busca superar su baja estabilidad a largo plazo relacionada por la sensibilidad a la humedad y sus pobres propiedades mecánicas. Se ha logrado la reducción de los problemas al mezclar el almidón de yuca industrial con el alcohol polivinílico y con poliésteres alifáticos y se ha logrado mejorar su procesabilidad y biodegradabilidad.

Comercialmente se emplea en la elaboración de envases y utensilios de la industria de alimentos, bolsas de supermercado, materiales de empaque para rellenar espacio vacío y proteger la mercancía, bolsas de basura, productos de higiene personal y cosméticos.

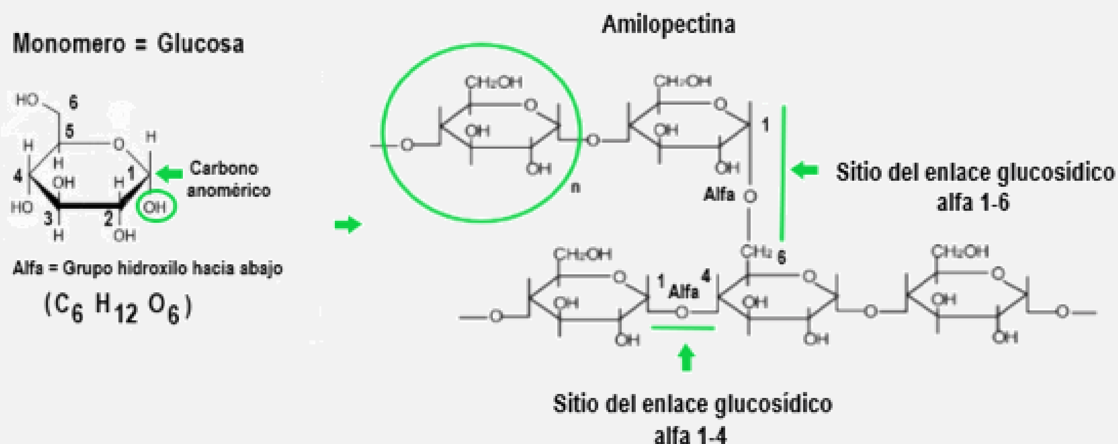


Figura 3.33 Estructura de la amilopectina.
En la derecha se muestra el monómero glucosa, su isómero alfa se caracteriza porque el hidroxilo en el C1 (carbono anomérico) está hacia abajo (anómero); en el centro el monómero en la estructura y en la parte izquierda los sitio de los enlaces glucosídicos alfa 1-4 y alfa 1-6. (Montero. 2019).

La generación de polímeros de biomasa que se presentó es opuesta a las investigaciones iniciales que utilizaron materias primas agrícolas como la caña de azúcar, la soya, las papas, entre otras, con el propósito de evitar la tensión ante la problemática de atender las necesidades alimentarias de la población en constante crecimiento; por la facultad que presenta el ser humano de hidrolizar los enlaces glucosídicos alfa 1-4 y la facultad de los animales domésticos con fines zootécnicos de satisfacer la alimentación humana al hidrolizar los enlaces glucosídicos beta 1-4, fundamentalmente.

(Adaptado por Montero de: Tapia-Blácido, Maniglia, Martelli-Tosi, 2017; Flores-Hernández, 2016; Valero-Valdivieso, Ortegón, Uscategui, 2013; Timberlake, 2011; Meneses, Corrales, Valencia, 2007 y Bernal, Martínez-Barajas, 2006).

2. Para enriquecer la información revisa detenidamente los siguientes videos:

- Envases biodegradables (ecopapel), disponible en la siguiente URL: https://www.youtube.com/watch?v=ikxcQXRMtZY

- Elaboración del biopolímero a base de almidón de yuca, disponible en la siguiente URL:
https://www.youtube.com/watch?v=t7G16XhOzk4

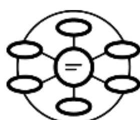
3. Con base en la lectura realizada "La celulosa y el almidón como precursores de biopolímeros; la revisión detenida de los videos "Envases biodegradables (ecopapel)" y "Elaboración del biopolímero a base de almidón de yuca", elabora el mapa mental un acercamiento a los biopolímeros.

Mapa mental. Un acercamiento a los biopolímeros

b) Polímeros biodegradables sintéticos: estructura y propiedades físicas y aplicaciones del ácido poliláctico (PLA) y Poliácido glicólico (PGA)

En esta sección se abordan los productos deseados del diseño molecular a través de la ingeniería y/o biosíntesis que demandan inversiones en investigación, en infraestructura tecnológica y recursos humanos, cuantiosos y cualificados, respectivamente.

Los polihidroxialcanoatos (PHA) han resuelto parcialmente el desafío al alcanzar las propiedades fisicoquímicas de los polímeros síntеticos del polietileno de alta densidad y el polipropileno, y las han mejorado al alcanzar la biodegradabilidad deseable, al tomar como ejemplo el mercado de los envases bioplásticos. Los PHA tienen solo una cuota del mercado limitada del 1.4%, por lo cual es necesario seguir investigando para reducir el costo de producción (costos de: sustrato, la energía del proceso, el agua estéril, la complejidad del equipo y la cualificación del personal involucrado), para aumentar su competitividad en el mercado.



Actividad 3.28 Polihidroxialcanoatos, la polilactida (ácido poliláctico) y el copolímero de ácido láctico−ácido glicólico

1. Realiza la siguiente lectura con el propósito de elaborar el mapa conceptual un acercamiento a los polímeros biodegradables sintéticos, localiza las ideas principales y secundarias; posteriormente ubícalas en los conceptos respectivos y ordénalos en orden jerárquico. Finalmente elabora los conectores necesarios con palabras cortas.

Los polihidroxialcanoatos, la polilactida (ácido poliláctico) y el copolímero de ácido láctico-ácido glicólico[3]

___

Los polihidroxialcanoatos (PHA), son una familia de poliésteres que pueden acumularse en muchos microorganismos como fuente de carbono en inclusiones de almacenamiento de energía en diversas condiciones de estrés[4]. Con muchas propiedades amigables con el ambiente, como la biodegradabilidad y la biocompatibilidad, los PHA se consideran un biomaterial prometedor para aplicaciones que incluyen envases de plástico, materiales médicos (se han utilizado como suturas en operaciones), portadores de fármacos, biocombustibles y aditivos alimentarios.

---

[3]Los polihidroxialcanoatos (PHA); polilactida o ácido poliláctico (PLA) (*polylactide* o *poly (lactic acid)*, por sus siglas en inglés) y el copolímero de ácido láctico-ácido glicólico (PLGA) (*poly (lactic acid-co-glycolic acid),* por sus siglas en inglés) y las polilactidas ramificadas de cadena larga (PLA-LCB) (*Long Chain Branched Polylactides*, por sus siglas en inglés).

[4]Estrés. Tensión provocada por situaciones agobiantes que originan reacciones somáticas o trastornos en ocasiones graves.

Las múltiples propiedades de los PHA se pueden atribuir a sus diversas estructuras, de acuerdo con el número de átomos de carbono, los monómeros de PHA se pueden dividir en cadena de longitud corta (scl) (*short chain length*, por sus siglas en inglés) que consisten en 3–5 átomos de carbono (C3-C5), lo que da como resultado PHA scl, y de cadena de longitud media (mcl)(*medium chain lenght*, por sus siglas en inglés) con 6–14 átomos de carbono (C6-C14) que resultan en PHA mcl. Los PHA se pueden formar a través de la polimerización de los monómeros de PHA scl y PHA mcl, figura 3.34.

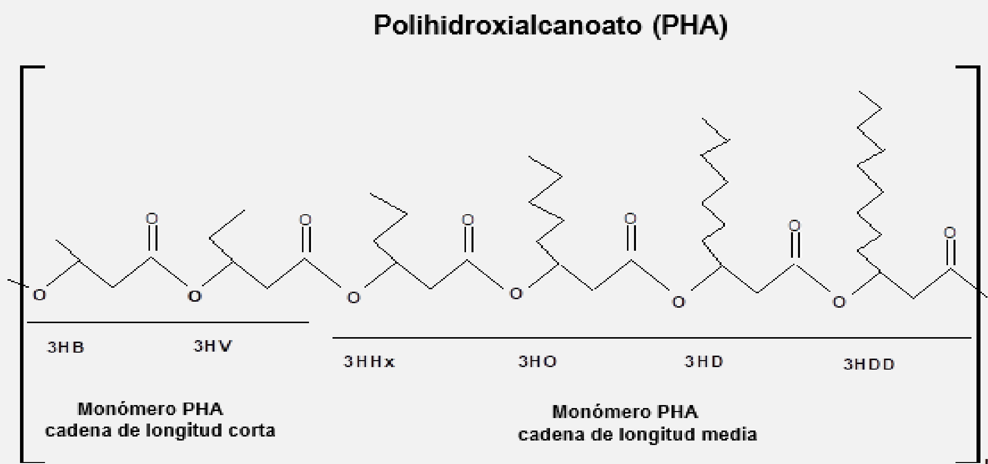


Figura 3.34 Estructura de PHA.
Los PHA son intracelulares de color blanco y la clasificación de sus monómeros: de cadena de longitud corta y de cadena de longitud media son los siguientes: 3HB, 3-hidroxibutirato; 3HV, 3-hidroxivalerato y 3HHx, 3-hidroxihexanoato; 3HO, 3-hidroxioctanoato; 3HD, 3-hidroxidecanoato; 3HDD, 3-hidroxidodecanoato, respectivamente. (Montero, 2019).

Se descubrió que muchos microorganismos, como *Ralstonia eutropha* y *Pseudomonas putida*, son productores naturales de PHA; aparte de estos microorganismos, algunas bacterias se diseñaron y cultivaron para producir PHA mediante ingeniería metabólica y biología sintética que se utilizan en la producción industrial[5].

Los PHA son una familia de materiales termoplásticos con propiedades que se asemejan a las de los plásticos sintéticos; a diferencia de éstos, la cualidad más importante que hace que los PHA sean sostenibles es la biodegradabilidad (los PHA se pueden degradar y volver a convertir en agua y bióxido de carbono (CO_2) sin causar contaminación al ambiente), en diversas condiciones ambientales con propiedades ajustables, incluidas las propiedades de biocompatibilidad, actividad óptica, insolubilidad en agua, estabilidad en el aire y piezoelectricidad.

[5]Microorganismos que ha empleado la ingeniería metabólica y biología sintética con/sin manipulación del Ácido Desoxirribonucleico (ADN): *Ralstonia eutropha; Alcaligenes latus; Basillus spp.; Halomonas spp.; Escherichia coli; Aeromonas hydrophila; Pseudomonas putida; Pseudomonas oleovorans y Pseudononas entomophiles.*

La polilactida o poli (ácido láctico) (PLA), figura 3.35, es un tipo de poliéster termoplástico alifático sintetizado a partir de ácido láctico (ácido 2-hidroxipropiónico) y posee una variedad de ventajas interesantes, entre las que se incluyen la biodegradabilidad a 60 ºC, la biocompatibilidad y propiedades mecánicas suficientes, por lo que es un candidato competitivo y prometedor para sustituir polímeros convencionales en el campo de los materiales de embalaje, dispositivos médicos y electrónicos comerciales.

Polilactida (ácido poliláctico) (PLA)

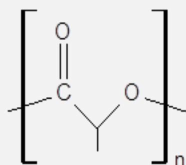


Figura 3.35 Monómero de la polilactida.
(Montero, 2019).

Sin embargo, debido a la naturaleza de la rigidez de la cadena y el impedimento estérico, el PLA también presenta algunos inconvenientes inherentes, como la lenta velocidad de cristalización, las propiedades reológicas (estudio de las propiedades físicas que regulan el movimiento de los fluidos) son deficientes y el rendimiento mecánico frágil, que en consecuencia conlleva a graves limitaciones en sus aplicaciones.

Se han desarrollado modificaciones físicas o químicas para mejorar las propiedades del PLA mediante la incorporación de algunos nuevos grupos funcionales en las cadenas de la red troncal, la mezcla con otros polímeros o la adición de algunos rellenos externos.

El ácido glicólico se ha aplicado extensivamente en la modificación de PLA a través de la copolimerización con ácido láctico. En comparación con el PLA puro, esta poli (ácido láctico-co-glicólico) (PLGA), figura 3.36, posee mejores características bioasimilables que expanden sus aplicaciones en los campos quirúrgico y farmacológico.

Poli (láctico-co-glicólico) (PLGA)

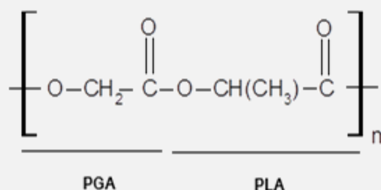


Figura 3.36 Estructura del PLGA
Se presenta el monómero del poli (ácido láctico-co-glicólico) (PLGA), en el lado derecho está la porción del monómero de ácido poliglicólico (PGA) y en el lado izquierdo la porción del monómero de ácido poliláctico (PLA). (Montero, 2019).

En la estomatología el PLGA se produce en microesferas (1-1000 μm), que se conoce como Sistema de Liberación Controlada, su biocompatibilidad, biodegradabilidad y bioasimilabilidad son ideales para aplicaciones *in vivo*, porque se ha aprobado su uso en humanos. Las microesferas de PLGA pueden degradarse durante días, semanas o meses, y por igual tiempo la sustancia activa será liberada (antibióticos, analgésicos, péptidos y proteínas).

Los investigadores se han inspirado en la utilización exitosa de la modificación topológica en los polímeros sintéticos, las polilactidas ramificadas de cadena larga (PLA-LCB) (*Long Chain Branched Polylactides,* por sus siglas en inglés) se han introducido para superar los inconvenientes del PLA lineal.

Los polímeros ramificados comprenden una clase de polímeros entre polímeros lineales y redes de polímeros, que se pueden caracterizar por la presencia de puntos de ramificación o la presencia de más de dos grupos funcionales.

La introducción de la estructura LCB en materiales de PLA amplía con éxito sus aplicaciones en los procesos de soplado de películas y espumas, lo que podría contribuir a la sustitución de materiales respetuosos con el ambiente en el futuro.

(Adaptado por Montero de: Wang y Chen, 2017; Wang y Fang, 2017 y Cerda-Cristerna, Flores-Reyes, Garrido-Rangel y Pozos-Guillen, 2013).

2. Para enriquecer la información revisa detenidamente los siguientes videos:

- "Polihidroxialcanoatos", disponible en la siguiente URL: https://www.youtube.com/watch?v=JaLi6pwIO6g

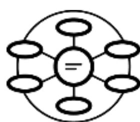
- "Biopolímeros: productos del futuro", disponible en la siguiente URL: https://www.youtube.com/watch?v=_ksFwnQZQks

3. Con base en la lectura realizada "Los polihidroxialcanoatos, la polilactida (ácido poliláctico) y el copolímero de ácido láctico-ácido glicólico" y la revisión detenida de los videos "Polihidroxialcanoatos" y "Biopolímeros: productos del futuro", elabora el mapa conceptual un acercamiento a los polímeros biodegradables sintéticos.

Mapa conceptual. Un acercamiento a los biopolímeros biodegradables.

c) Aspectos ambientales de los polímeros biodegradables sintéticos y de los biopolímeros: tiempo de degradación, viabilidad para su comercialización y toxicidad

Todos los biopolímeros y polímeros biodegradables sintéticos deben ser más amigables con el ambiente en su producción y en su uso. En un futuro a mediano plazo en México se debe aspirar a la visión hegemónica del mundo, en donde se busca el uso de polímeros sostenibles; que exigen menos productos industriales o energía no renovable para su producción, para abatir las emisiones de contaminantes; ser biodegradables e incluso compostables, después de terminar su vida útil.



Actividad 3.29 Emulando las características de los polímeros sintéticos

1. Realiza la siguiente lectura con el propósito de enriquecer la información revisada y llena la tabla.

Necesario emular las características de los polímeros sintéticos

____

Las características fisicoquímicas de los polímeros sintéticos están vinculadas con el enlace covalente, que genera la estructura base y al sumar las fuerzas intermoleculares no menos importantes se determina por completo la estructura tridimensional de las cadenas poliméricas. Un acercamiento a la clasificación de polímeros genera tres categorías: termoplásticos, elastómeros y termoestables.

Los termoplásticos se pueden moldear aplicando presión a una determinada temperatura y pueden presentar la propiedad de dar otra nueva forma y disposición al material, lo que le confiere la posibilidad de reciclarse para cualquier otro uso. Sus moléculas poliméricas son tan largas que están enredadas entre sí, además de vencer las fuerzas de Van der Waals, que actúan entre las moléculas, habrá que romper la resistencia interna, consecuencia de la trabazón mecánica que ocasiona el enredo molecular, la figura 3.30, representa en a) un esquema de sus macromoléculas.

Los termoplásticos se dividen en dos clases: los *commodities* (productos básicos, por sus siglas en inglés) que son plásticos de bajo costo que se producen en grandes volúmenes, su vida útil es menor a seis meses. Los otros termoplásticos son los plásticos de ingeniería, los cuales tienen mejores propiedades mecánicas, resistencia a la temperatura y al impacto, por lo que pueden usarse para reemplazar metales en productos, su vida útil se estima en tres años.

Los elastómeros o gomas tienen la propiedad de alargarse cuando se deforman por acción de una fuerza y de recuperar su forma original una vez que ésta cesa. Una vez conformados por adición o condensación, no pueden fundir ni cambiar su forma, aun cuando se incremente la temperatura. Si ésta se eleva, puede llegar a degradarse o incluso a carbonizarse. Las cadenas poliméricas son también muy largas y en

muchos tramos, están arrolladas en espiral o plegadas de alguna forma. Además, cada cien monómeros, las cadenas están enlazadas unas con otras mediante puentes de hidrógeno. Si el arrollamiento de las cadenas es el responsable de las singulares propiedades elásticas de las gomas, el entrecruzamiento es el responsable de su estabilidad térmica, la figura 3.37 b).

Los termoestables una vez conformados por adición o condensación, no pueden fundir ni cambiar su forma, aun cuando se incremente la temperatura. Si ésta se eleva, puede llegar a degradarse o incluso a carbonizarse. El número de entrecruzamientos es muy superior, lo que confiere a la estructura una gran rigidez, la figura 3.37 c).

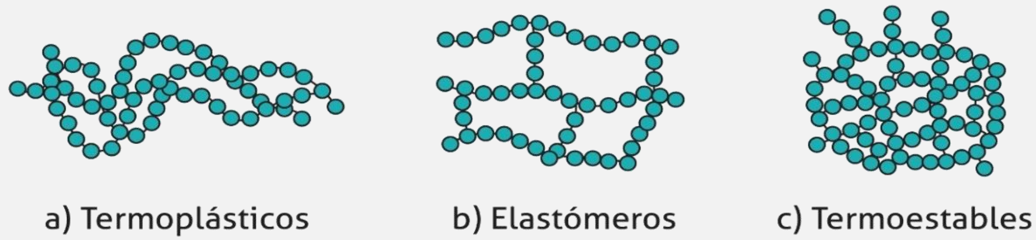


Figura 3.37 Representación esquemática (Esquivel, 2019).

La fuente fundamental de los polímeros sintéticos es de origen fósil, petróleo y gas natural, por lo cual la tensión provocada por situaciones agobiantes pueden originar reacciones o trastornos en ocasiones graves, por lo cual el agotamiento a mediano o largo plazo de las reservas de petróleo que es inevitable al ser un recurso no renovable y al sumar los impactos ambientales observados en el inicio del siglo XXI han llevado al gobierno, a la academia, al sector privado y a las organizaciones sin fines de lucro en todo el mundo a explorar los biopolímeros y los polímeros biodegradables sintéticos como una alternativa viable y un propósito hegemónico en busca de la sostenibilidad de los biopolímeros y de los polímeros biodegradables sintéticos. Además, la preferencia de los consumidores se está decantado a favor de un impacto más amigable con el ambiente, cuando se cuenta con los recursos económicos para usar los biopolímeros o los polímeros biodegradables sintéticos.

(Adaptado por Montero de: Montes y Cuevas, 2004 y *National Geographic*. Un mar de Plástico, 2018).

2. Para enriquecer la información revisa detenidamente los siguientes videos:
   - “Fuerzas de Van der Waals”, disponible en la siguiente URL: https://www.youtube.com/watch?v=DS0v0RWUwCI
   - Plásticos compostables “Ecovio^{R} Renovable y Compostable”, disponible en la URL: https://www.youtube.com/watch?v=zvhBEe5efFg

Síntesis de información

Con base en las lecturas realizadas y la revisión detenida de los videos en el tema 3.3 Innovación en materiales: biopolímeros, palomea las intersecciones en la siguiente tabla 3.4.

Tabla 3.4 Características de los polímeros									
	Termoplásticos	Elastómeros	Termoestables	Biopolímero de celulosa	Termoplástico de almidón industrial	PHA	PLA	PLGA	PLA-LCB
Características.									
Presentan el enlace glucosídico beta 1-4.									
Tiene origen fósil.									
Tiene origen de biomasa.									
Se diseñó por ingeniería molecular y/o biosíntesis.									
Es biocompatible.									
Es bioasimilable.									
Se moldean por presión, se incrementa la temperatura y se presenta la propiedad de dar otra nueva forma y disposición al material.									
Se deforman por acción de una fuerza y									

recuperan su forma original al cesar ésta.									
Se pueden carbonizar al elevar la temperatura; no son reciclables.									
Se obtiene del bagazo de la caña de azúcar.									
Se obtiene de la yuca.									
Presentan el enlace glucosídico alfa 1-4 y/o alfa 1-6.									
Insolubles en agua.									
Son degradables por la acción de los rayos ultravioleta.									
Son contaminantes en el medio.									
Biodegradable en corto tiempo.									
Son compostables en tres meses.									
Son viables comercialmente.									

Tabla 3.4 PHA: polihidroxialcanoatos; PLA: polilactida o ácido poliláctico; PLGA: el copolímero de ácido láctico-ácido glicólico y PLA-LCB: las polilactidas ramificadas de cadena larga
(Montero, 2019).

Con la información de la tabla 3.4, contesta los dilemas hipotéticos que se solicitan a continuación:

1. Si se presenta un estrés del ambiente por el incremento de los residuos de plásticos sintéticos en el mundo y tú eres un integrante del comité asesor y te solicitan la opinión razonada para cancelar uno de los tres tipos de plásticos: termoplásticos; elastómeros y termoestables; con la consigna de la menor afectación social, económica, política y cultural posible, ¿cuál sería tu recomendación y tu argumento?

____

____

____

____

2. Si se presenta un ingreso extraordinario en México por la venta de petróleo, y debido a sus compromisos internacionales en la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico le recomiendan a los tomadores de decisiones invertir el 6% del ingreso extraordinario en la investigación de biopolímeros (celulosa y almidón) y polímeros biodegradables sintéticos (los PHA, el PLA, el PLGA y la PLA-LCB), y perteneces al comité asesor y se te solicita la opinión razonada para incentivar un único proyecto, con la reducción del impacto ambiental mayor, ¿cuál sería tú recomendación y tu argumento?

____

____

____

____

____

AUTOEVALUACIÓN

 Selecciona la respuesta correcta para cada reactivo.

1. ¿Cuál de las siguientes regiones económicas es la principal productora de plásticos?

A) Asia
B) América del norte
C) Latinoamérica
D) Europa

2. El ________ es el tipo de plástico que se usa en la producción de cubetas y tapas.

A) PVC
B) PET
C) HDPE
D) LDPE

3. Una industria automotriz desea que la carrocería y los vidrios de su automóvil tengan los polímeros más fuertes que el acero, sean flexibles, de baja conducción eléctrica, que resistan altas temperaturas, que sean materiales muy ligeros y de gran resistencia química. ¿Qué polímeros recomendarías para que tenga una gran resistencia a los impactos balísticos?

A) Teflón y Poliuretano
B) Polipropileno y Poliestireno
C) Kevlar y policarbonato
D) Polietileno y Polimetilmetacrilato

4. Son ejemplos de polímeros que al calentarse a cierta temperatura se ablandan, se pueden moldear (dar forma) varias veces, debido a que las fuerzas de cohesión entre las cadenas moleculares son débiles y al enfriarse se vuelven a endurecer, sin que pierdan sus propiedades y se pueden reciclar:

A) Polietileno y Poliestireno
B) Poliamida y Baquelita
C) Cloruro de polivinilo y Poliéster
D) Poliuretanos y Polipropileno

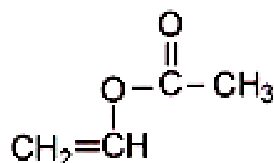
5. Es un ejemplo de polímero en la cual se obtiene por una reacción de polimerización donde la molécula de monómero pasa a formar parte del polímero sin pérdida de átomos:

A) Policarbonato
B) Poliestireno
C) Poliéster
D) Polietilenglicol

6. Es el nombre del monómero cuyo polímero se emplea como aislamiento eléctrico, en tubos, envases, botellas, películas y bolsas. Al aumentar la ramificación de la cadena, disminuye la densidad del polímero y su grado de cristalinidad.

A) Etenilbenceno
B) 1,3-butadieno
C) Tetrafluoroetileno
D) Eteno

7. El PVA es un polímero sintético que se utiliza en adhesivos, recubrimientos textiles y pinturas, la estructura de su monómero es:



¿Qué grupos funcionales están representados en la estructura del monómero?

A) Alquino y alcohol
B) Alqueno y éster
C) Alquino y aldehído
D) Alqueno y ácido carboxílico

8. La generación de polímeros de biomasa que se presentó es opuesta a las investigaciones iniciales que utilizaron materias primas agrícolas como la caña de azúcar, la soya, las papas, entre otras, con el propósito de evitar la tensión ante la problemática de atender las necesidades alimentarias de la población en constante crecimiento; por la facultad que presenta el ser humano de hidrolizar los enlaces glucosídicos __________y la facultad de los animales domésticos con fines zootécnicos de satisfacer la alimentación humana al hidrolizar los enlaces glucosídicos __________, fundamentalmente.

A) Alfa 1-4 y alfa 1-6.
B) Alfa 1-6 y alfa 1-4.
C) Alfa 1-4 y beta 1-4.
D) Beta 1-4 y alfa 1-4.

9. __________han resueltó parcialmente el desafío al alcanzar las propiedades fisicoquímicas de los polímeros síntеticos del polietileno de alta densidad y el polipropileno, y han sumado la biodegradabilidad deseable, al tomar como ejemplo el mercado de los envases bioplásticos, éstos tienen solo una cuota del mercado limitada del 1.4%, por lo cual es necesario seguir investigando para reducir el costo de producción (costos de: sustrato, la energía del proceso, el agua estéril, la complejidad del equipo y la cualificación del personal involucrado), para aumentar su competitividad en el mercado.

A) Los polihidroxialcanoatos (PHA).
B) Las polilactidas remificadas de cadena larga (PLA-LCB).
C) Polilactida o ácido pililáctico (PLA).
D) El copolímero de ácido láctico-ácido glicólico (PLGA).

10. El reemplazo paulatino de los polímeros sintéticos por los biopolímeros se presentará al:

A) Elimir la fabricación de termoplásticos de ingeniería.
B) Emular las propiedades fisicoquímicas de los plásticos sintéticos y abatir el tiempo de descomposición y/o compostabilidad, ideal a seis meses.
C) Eliminar los termoplásticos que se producen por grandes volumenes.
D) Clonar las propiedades fisicoquímicas de los plásticos sintéticos y abatir el tiempo de descomposición, ideal a seis meses.

REFERENCIAS

Referencias bibliográficas

Carriedo, G., Fernández, J. y García, M. (2016) Química. Madrid: Paraninfo.

Cerda-Cristerna. B. I.; Flores-Reyes. H. E.; Garrucho-Rangel. J. A.; y Pozos-Guillen. A. J. (2013). Microesferas de ácido poli (láctico-co-glicólico) para liberación controlada de biomoléculas: Conceptos, aplicaciones y perspectivas en Estomatología. Revista *ADM*, 70 (1). Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México.

Flores-Gómez, R. (2013). *Diagnóstico de la industria del plástico en México.* Informe de trabajo profesional que para obtener el titulo de QFB. FES Zaragoza, UNAM.

Ganewatta, M. S.; Tang, Chuanbing, y Ryu, C. Y. (2017). *Sustainable Polymers from Biomass.* Editado por Chuanbing Tang and Chang, Y. Ryu. Wiley-VCA. Weinheim, Germany.

Góngora-Pérez, J. P. (2014). *La industria del plástico en México y en el mundo.* Comercio Exterior, volumen 64, número 5. pp. 6 a 9.

Lara-González, J. D. (2008). Reducir, reutilizar y reciclar. Elementos – BUAP. Pp.45-48.

Martínez-Velazco, F. de J. (2007). *Importancia y perspectivas de la industria del plástico en México*. Ensayo para obtener el título de licenciado. Facultad de Economía, UMAN. México.

Montes, J., Cuevas, F. y Cintas, J. (2014) Ciencia e Ingeniería de los Materiales. (1ª ed.). Madrid: Paraninfo.

National Geographic (06, 2018). Un mar de plástico. Ocho millones de toneladas de plástico acaban en los acéanos cada año. Y esto es solo la punta del iceberg.

Pacheco, G; Flores, N. C.; Rodríguez-Sanoja, R. (2014). Bioplásticos. *Biotecnología*, vol. 18, No. 2. Departamento de Investigaciones Biomédicas, Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Parker, L. (2018). Lo *hicimos. Dependemos de él. Nos ahogamos en él*. *Plástico*. National Geographic.

Tapia-Blácido, D. R.; Maniglia, B. C. y Martelli-Tosi, Milena. (2017). *Biopolymers from Sugarcane and Soybean Lignocellulosic Biomass*. Editado por Chuanbing Tang and Chang, Y. Ryu. Wiley-VCA. Weinheim, Germany.

Valero-Valdivieso, M. F.; Ortegón, Y.; y Uscategui. Y. (2013). *Dyna*, año 80, Nro. 181. Medellín.

Vázquez-Morillas, A., Espinosa-Valdemar, R.M., Beltrán-Villavicencio M., Velasco-Pérez M. (2016). El reciclaje de los plásticos. Universidad Autónoma Metropolitana (UAM). Cd Mx.

Wang, Y., y Chen, G-O. (2017). *Polyhydroxyalkanoates: Sustainability, Production, and Industrialization* Editado por Chuanbing Tang and Chang, Y. Ryu. Wiley-VCA. Weinheim, Germany.

Wang, Z., y Fang. Huagao. (2017). *Polylactide: Fabrication of Long Chain Branched Polylactides and Their Propertis and Applications*. Editado por Chuanbing Tang and Chang, Y. Ryu. Wiley-VCA. Weinheim, Germany.

Referencias electrónicas

Alonsoformula. Ácidos carboxílicos. Recuperado de: http://www.alonsoformula.com/organica/acidos_carboxilicos.htm

Alonsoformula. Alquenos. Recuperado de: http://www.alonsoformula.com/organica/alquenos.htm

Alonsoformula. Ésteres. Recuperado de: http://www.alonsoformula.com/organica/esteres.htm

Alonsoformula. Fenoles. Recuperado de: http://www.alonsoformula.com/organica/fenois.htm

Bernal, L.; y Martínez-Barajas, E. (2006). Una nueva visión de la degradación del almidón. *Revista del Centro de Investigación Universidad*, vol. 7, núm. 25, enero-junio. La Salle. México, D. F. Recuperado de http://www.redalyc.org/articulo.oa? Id=34202506

“Biopolímeros: productos del futuro”, Recuperado de: https://www.youtube.com/watch?v=_ksFwnQZQks

“Elaboración del biopolímero a base de almidón de yuca”, Recuperado de: https://www.youtube.com/watch?v=t7G16XhOzk4

“Envases biodegradables (ecopapel), Recuperado de: https://www.youtube.com/watch?v=ikxcQXRMtZY

Fenoles. Recuperado de: http://acorral.es/solucionario/quimica/fenoles.html

Fernández, G. Nomenclatura de Alquinos - Reglas IUPAC. Recuperado de: https://www.quimicaorganica.org/alquinos/nomenclatura-alquinos/284-nomenclatura-de-alquinos-reglas-iupac.html

Flores-Hernández, N. C. (2016). *Inmovilización de proteínas en Bioplásticos*. Tesis de licenciatura. Químico en alimentos. Facultad de Química, UNAM. Recuperado de: http://132.248.9.195/ptb2010/agosto/0660474/Index.html

“Fuerzas de Van der Waals”. Recuperado de: https://www.youtube.com/watch?v=DS0v0RWUwCI

Meneses, J; Corrales, C. M.; Valencia, M. (2007). Síntesis y caracterización de un polímero biodegradable a partir de almidón de yuca. *Revista EIA (Escuela de Ingeniería de Antioquia)*, núm. 8, diciembre, pp. 57-67. Recuperado de: http://www.redalyc.org/pdf/1492/149216950005.pdf

National Geographic (2018). Tipos de plásticos según su facilidad de reciclaje. Recuperado de: https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/actualidad/tipos-plastico-segun-su-facilidad-reciclaje_12714

ONU. (2017). La ONU lucha por mantener los océanos limpios de plásticos. Recuperado de: https://news.un.org/es/story/2017/05/1378771

Polihidroxialcanoatos.Recuperado de: https://www.youtube.com/watch?v=JaLi6pwIO6g

Plásticos compostables “Ecovio[R] Renovable y Compostable”, Recuperado de: https://www.youtube.com/watch?v=zvhBEe5efFg

Rius, C. (1998). Grupos Funcionales. Alcoholes. Facultad de Química. Química Orgánica. UNAM. Recuperado de: http://organica1.org/nomencla/nomen72.htm

Rius, C. (1998). Grupos Funcionales. Amidas. Facultad de Química. Química Orgánica. UNAM. Recuperado de: http://organica1.org/nomencla/nomen75.htm

Rius, C. (1998). Grupos Funcionales. Ésteres. Facultad de Química. Química Orgánica. UNAM. Recuperado de: http://organica1.org/nomencla/nomen77.htm

RPP Player. (2018). Los desechos plásticos, una grave amenaza para la vida en el mar y en la tierra. Recuperado de: https://rpp.pe/mundo/medio-ambiente/los-desechos-plasticos-una-grave-amenaza-para-la-vida-en-el-mar-y-en-la-tierra-noticia-1107044

SEMARNAT. (2017) ¿Qué son los microplásticos y cómo nos afectan? Recuperado de: https://www.youtube.com/watch?v=nQIAakB3EvU

Unidad 10: MACROMOLÉCULAS. Recuperado de: http://fresno.pntic.mec.es/~fgutie6/quimica2/ArchivosHTML/Teo_10.htm

YPF (6 de enero de 2016). ¿Cómo funciona una refinería? [Archivo de video]. Recuperado de: https://www.youtube.com/watch?v=tFJ064TLW4E

GLOSARIO

A

Adhesivo. Es una sustancia que tiene la capacidad de mantener unidos dos o más cuerpos por contacto superficial.

A tajo abierto. Se denomina minería a cielo abierto al proceso de explotación minera que se realiza en la superficie terrestre, no se efectúa en galerías subterráneas. Para extraer minerales de estos yacimientos, se remueve gran cantidad de tierra con maquinaria y explosivos, se crean inmensos cráteres que pueden llegar a ocupar más de 100 hectáreas y normalmente alcanzan de 200 metros a 800 metros de profundidad.

B

Biodegradabilidad. La capacidad de un material de descomponerse en bióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), agua, componentes orgánicos, entre otros. En el cual el mecanismo predominante es la acción enzimática de microorganismos (bacterias, hongos y algas), otros factores fundamentales son las demandas metabólicas de éstos para que puedan utilizar al plástico como sustrato, en un plazo de seis meses.

Biomasa. Cantidad total de materia viva presente en una comunidad o ecosistema.

C

Configuración electrónica. Forma en la que se ubican los electrones de un átomo, de acuerdo a la regla de Hund.

Compostabilidad. La capacidad de un material de ser un sustrato de un microorganismo y producir: bióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), agua, materia orgánica, entre otros.

Convertidor catalítico. Es un dispositivo constituido por un recipiente metálico que contiene un soporte cerámico y metales preciosos, que se instala cerca del escape de los automóviles para disminuir gases contaminantes.

Copolímero. Es un polímero que se forma por medio de uniones entre sí de dos tipos diferentes de monómeros.

Corrosión. Es el proceso espontáneo en el cual los metales se oxidan en presencia de oxígeno y humedad.

D

Densidad de energía. Es la cantidad de energía acumulada en un sistema dado o en una región del espacio, por unidad de volumen en un punto.

E

Electrón diferencial. Electrón más alejado del núcleo atómico, determina el bloque al que pertenece el elemento si es un átomo eléctricamente neutro.

Equivalente electroquímico. Es la cantidad de sustancia expresada en gramos que se deposita o se desprende en una célula electrolítica cuando circula durante un segundo una corriente de un amperio.

Espodumeno. Es un silicato anhidro de fórmula $LiAlSi_2O_6$ con un contenido de litio que puede variar entre el 1% y el 5% expresado como Li_2O.

Estomatología. Parte de la medicina que se ocupa de la anatomía, la fisiología y las enfermedades de la boca y sus estructuras, como los dientes, la lengua, los labios, entre otros.

F

Fuerzas de cohesión. Son las fuerzas intermoleculares de atracción que mantienen unidas las moléculas con otras.

Fullerenos. Formas alotrópicas del carbono. Moléculas compuestas por átomos de carbono enlazados covalentemente. El más característico es el C_{60}, semejante a un balón de fútbol, con anillos hexagonales y pentagonales de átomos de carbono. Se conocen fulerenos C_{20}, C_{30}, C_{40}, C_{50} y hasta de cerca de 1,000 átomos.

G

Geopolítica. Ciencia que a través de la geografía política, los estudios regionales y la historia estudia la causalidad especial de los sucesos políticos y sus futuros efectos.

Grafito. Forma alotrópica del carbono. Los carbonos se unen entre sí mediante enlaces covalentes formando hexágonos, que a su vez se distribuyen en capas que se mantienen débilmente unidas gracias a electrones que se sitúan entre ellas.

Grafeno. Forma alotrópica del carbono. Es una red perfectamente regular de átomos de carbono. La unidad básica que se repite consiste en seis átomos de carbono con enlace covalente formando un patrón hexagonal.

L

Litio. Elemento metálico, pertenece a la familia de los metales alcalinos, su configuración electrónica es $1s^2\ 2s^1$. Excelente conductor de la electricidad.

M

Metal pesado. Elemento químico que presenta relativa densidad elevada, algunos metales pesados son tóxicos para el ser humano.

Mol. Es la cantidad sustancia que contiene tantas entidades elementales como átomos hay en 0.012 Kg de carbono 12. Cuando el mol es usado las entidades elementales deben ser especificadas y podrían ser átomos, moléculas, iones, electrones u otras partículas o grupos específicos de tales partículas. Es la unidad de cantidad de sustancia, de acuerdo al Sistema Internacional de Unidades (SI).

N

Nanociencia. Es el estudio de los procesos fundamentales que ocurren en las

Nanotecnología. Es el área de investigación que estudia, diseña y fabrica materiales a escalas nanoscópicas les da alguna aplicación práctica.

Nanotubos de carbono (NTC). Forma alotrópica del carbono constituida por láminas de grafeno arrolladas formando estructuras tubulares.

Número cuántico. Números asociados a magnitudes físicas que describen a cada electrón de un átomo. Éstos no pueden tener la misma combinación para dos electrones.

O

Orbital atómico. Región del espacio donde es más probable encontrar a un electrón de un átomo en un determinado nivel energético.

P

Plástico. El concepto industrial establece que son las sustancias de distintas estructuras y naturaleza, que carecen de un punto fijo de ebullición y poseen en un intervalo de temperaturas propiedades de elasticidad y flexibilidad que permiten moldearlos y adaptarlos a diferentes formas, y aplicaciones.

S

Salar. Lago superficial en cuyos sedimentos se encuentran grandes concentraciones de sales, principalmente de sodio, litio, magnesio y boro.

T

Toxicidad. Es la capacidad de una sustancia química de producir efectos perjudiciales sobre un ser vivo, al estar en contacto con él.

Triángulo de litio. Área geográfica en América del Sur que incluye a Bolivia, Chile y Argentina.

V

Vehículo eléctrico. Conocido con las siglas (EV). Es aquel vehículo que utiliza uno o varios motores eléctricos para su tracción a partir de la energía eléctrica almacenada en baterías o acumuladores que se recargan desde la red eléctrica, en las baterías se almacena la energía de forma química que se transforma en energía eléctrica y posteriormente, a través del motor eléctrico, se convierte en energía mecánica. Para recargar las baterías, el EVs necesita conectarse a una toma de corriente eléctrica, ya sea de baja intensidad de corriente (recarga lenta) o de alta intensidad (recarga rápida). Entre sus principales características, el EV se destaca por su nula contaminación en los entornos urbanos. También cabe comentar su inexistente contaminación acústica, así como los menores costos de uso y mantenimiento.

Vehículo Eléctrico de Batería. Conocido con las siglas BEV (*Battery Electric Vehicle*). Tipo de automóvil totalmente eléctrico, propulsados por uno o varios motores eléctricos que son alimentados por la energía almacenada en un paquete de baterías, en su mayoría de ion-litio. Para obtener la autonomía en el auto y circular es necesario conectar el vehículo a la red eléctrica para recargar sus baterías.

Vehículos Eléctricos Enchufables de Autonomía Extendida. Conocidos con las siglas E-REV (*Extended Range Electric Vehicle*) También se les suele denominar Vehículo Híbrido Eléctrico Enchufable. Este tipo de automóvil cuenta con un motor de combustión interna y uno o varios motores eléctricos, así como un paquete de baterías de ion-litio. A diferencia de los coches híbridos eléctricos, los enchufables tienen que ser conectados a la red eléctrica para recargar de forma rápida y efectiva sus baterías.

Vehículo Híbrido Eléctrico. Conocido con las siglas HEV (*Hybrid Electric Vehicle*). Tipo de automóvil que combina el uso de un motor de combustión interna, en la mayoría de los casos de gasolina, con uno o varios motores eléctricos.

Z

Zootecnia. Técnica de la cría, mejora y explotación de los animales domésticos que son útiles al hombre y cuya finalidad es la obtención del máximo rendimiento.

EXAMEN TIPO



Selecciona la respuesta correcta para cada reactivo.

1. Los principales factores que influyen en la extracción del litio de las salmueras es:

A) La profundidad debajo de la corteza del salar, la velocidad de evaporación, la frecuencia de las lluvias en la zona.
B) El clima, la radiación solar, la profundidad debajo de la corteza del salar.
C) La profundidad debajo de la corteza del salar, los vientos, la frecuencia de las lluvias en la zona.
D) La concentración de sal en el salar, la profundidad debajo de la corteza del salar, la velocidad de evaporación.

2. ¿Cuáles de las siguientes ecuaciones químicas, representan reacciones en las que existe transferencia de electrones:

I. $NaBrO_3 + HCl \longrightarrow NaBr + Cl_2 + H_2O$
II. $HCl + Al(SO_4)_3 \longrightarrow H_2SO_4 + AlCl_3$
III. $SO_2 + NaIO_3 + H_2O \longrightarrow H_2SO_4 + NaI$
IV. $Na_2CO_3 + KCl \longrightarrow NaCl + K_2CO_3$

A) I y II
B) II y III
C) III y IV
D) I y III

3. El número cuántico que indica el giro del electrón y cuyos valores pueden ser +1/2 ó -1/2 es:

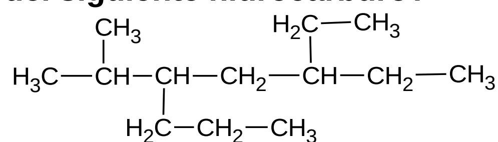
A) Espín (s)
B) Principal (n)
C) Azimuthal (l)
D) Magnético (m)

4. El auto eléctrico que combina el uso de un motor de combustión interna con uno o varios motores eléctricos, se denomina:

A) Vehículo eléctrico de batería
B) Vehículo eléctrico enchufable
C) Vehículo híbrido eléctrico
D) Vehículo de autonomía extendida

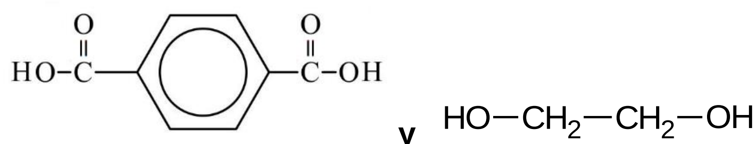
5. **Un sistema artificial muy pequeño que puede contener desde uno hasta algunos miles de electrones que se pueden controlar en forma muy precisa, por ejemplo, en dirección vertical, recibe el nombre de:**
   A) pozo cuántico
   B) punto cuántico
   C) alambre cuántico
   D) campo cuántico

6. **¿Cuál es el nombre del siguiente hidrocarburo?**



   A) 5-etil-2-metil-3-propilheptano
   B) 3-etil-6-metil-5-propilheptano
   C) 6-etil-4-isopropiloctano
   D) 3-etil-5-isopropiloctano

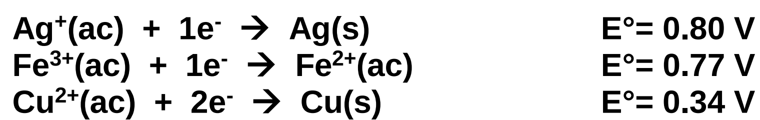
7. **El polímero que se utiliza en el envasado de agua y bebidas carbonatadas es el PET, la estructura de los monómeros son:**



   ¿Qué grupos funcionales están representados en las estructuras de los monómeros?
   A) Alquino y alcohol
   B) Éster y aldehído
   C) Ácido carboxílico y alcohol
   D) Alqueno y ácido carboxílico

8. **Los ________, se emplean en la elaboración de envases y utensilios de la industria de alimentos, bolsas de supermercado, materiales de empaque para rellenar espacio vacío y proteger la mercancía, bolsas de basura, productos de higiene personal y cosméticos; además son biodegradables en un periodo de seis meses.**
   A) almidones termoplástico
   B) polímeros sintéticos biodegradables
   C) polihidroxialcanoatos
   D) polímeros sintético

9. de acuerdo con:



$Ag^{+}(ac) + 1e^{-} \rightarrow Ag(s)$ E°= 0.80 V
$Fe^{3+}(ac) + 1e^{-} \rightarrow Fe^{2+}(ac)$ E°= 0.77 V
$Cu^{2+}(ac) + 2e^{-} \rightarrow Cu(s)$ E°= 0.34 V

El agente reductor más fuerte es:
A) Cu^{2+}
B) Fe^{2+}
C) Ag
D) Cu^{2+}

RESPUESTA A LAS PREGUNTAS DE LA AUTOEVALUACIÓN

UNIDAD 1	
Pregunta	**Respuesta**
1	D
2	C
3	A
4	C
5	D
6	D
7	D
8	C
9	D
10	B

UNIDAD 2	
Pregunta	**Respuesta**
1	D
2	B
3	C
4	B
5	C
6	D
7	B
8	D
9	C
10	D

UNIDAD 3	
Pregunta	**Respuesta**
1	A
2	C
3	C
4	A
5	B
6	D
7	B
8	C
9	A
10	B

EXAMEN TIPO	
Pregunta	**Respuesta**
1	D
2	C
3	A
4	D
5	B
6	D
7	C
8	C
9	A

REFERENCIAS BÁSICAS

Brown, T., LeMay, A., Bursten, B., Murphy, C y Woodward, P. (2014). Química. La Ciencia central. (12aª ed.) México: Pearson Educación.

Burns, R. (2003). Fundamentos de Química. México: Pearson-Prentice Hall. CENGAGE Learning.

Carreido, G., Fernández, J. y García, M. (2016). Química. Bachillerato. España: Paraninfo.

Chang, R. (2008). Química general para bachillerato. 4ª. Edición. México: Mc Graw Hill.

Cruz, D., Garritz, A., Chamizo, J. A. (1986), Estructura atómica. Un enfoque químico. (1ª ed.) Fondo Educativo Interamericano, 521 – 524

Garritz, A. y Chamizo, J. A. (2001). *Tú y la Química*. (1ª ed.), México. Pearson Educación.

Hein, Morris y Arena, S. (2010). *Fundamentos de Química.* (12ª ed.). México: CENGAGE Learning.

Hill, J., Kolb, D. (2000). Química para el nuevo milenio. Pearson Prentice Hall.

Timberlake K. (2011). Química. Introducción a la Química General, a la Orgánica y a la Bioquímica. España. Pearson.

Whitten, K., Davis, R., Peck, M y Stanley, G. (2015). Química. (10ª ed.). México: CENGAGE Learning.

NOTAS

NOTAS

NOTAS